

UNTERSUCHUNGEN ZUR URINAUSSCHEIDUNG
VON MALTOSE, GLUKOSE UND ELEKTROLYTEN
WÄHREND MEHRSTÜNDIGER, PARENTERALER
MALTOSEZUFUHR
BEI STOFFWECHSELGESUNDEN MENSCHEN

Werner Schedlbauer

1981

Aus der Medizinischen Poliklinik der Universität München
Vorstand: Prof. Dr. N. Zöllner

UNTERSUCHUNGEN ZUR URINAUSSCHIEDUNG VON MALTOSE, GLUKOSE
UND ELEKTROLYTEN WÄHREND MEHRSTÜNDIGER, PARENTERALER
MALTOSEZUFUHR BEI STOFFWECHSELGESUNDEN MENSCHEN.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Werner Schedlbauer
Flintsbach/Inn

1981

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin der Universität
München

Berichterstatter: Prof. Dr. N. Zöllner

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 24.03.81



Herrn Prof. Dr. N. Zöllner danke ich für die Überlassung des Themas und für wertvolle Hinweise zur Problematik der Fragestellung. Herrn Dr. U. Sprandel sei für seine stetigen Bemühungen gedankt, die zum Entstehen der Arbeit beitrugen. Herrn cand. med. F. Szalasi danke ich für seine Mitarbeit bei der Durchführung der Untersuchungen.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	1
Material und Methoden	3
Ergebnisse	9
1. Versuchsanordnung	
2. Versuchsanordnung	
Diskussion	20
Zusammenfassung	31
Abbildungen	32
Tabellen	44
Literatur	76
Lebenslauf	81

E I N L E I T U N G

In der parenteralen Ernährung stellen Kohlenhydrate die Hauptenergiequelle dar. Auf Grund der Umgehung des Magen-Darm-Traktes werden Kohlenhydrate parenteral als Monosaccharide zugeführt. Glukose, das im Organismus am häufigsten vorkommende Monosaccharid, stellt für die parenterale Ernährung das Kohlenhydrat der Wahl dar (37). Sie wird in der Regel fast vollständig verwertet, sämtliche Organe des Körpers sind in der Lage, Glukose abzubauen, darüberhinaus sind eine Reihe von Organen obligat auf Glukose angewiesen. Da es postoperativ sowie posttraumatisch zu Störungen der Glukoseverwertung kommt, ist eine Anwendung in diesen Phasen oft problematisch (33).

Das zu umgehen, wird vielfach auf sogenannte Glukose-Austauschstoffe, wie Fruktose, Sorbit und Xylit ausgewichen, die zu ihrer weiteren Metabolisierung primär nicht auf Insulin angewiesen sind (1, 2, 16, 23). Laktat- und Harnsäureanstieg (37), hohe renale Verluste bei Sorbit (26) und Xylit (5, 22), sowie eine Reihe von weiteren Nebenwirkungen (22, 35, 37) machen die Anwendung dieser Substanzen nicht unbedenklich.

Allen Monosacchariden gemeinsam ist bei parenteraler Ernährung die hohe Flüssigkeitszufuhr, da wegen der Gefahr von Gefäßwandkomplikationen nur maximal 10 - 15-prozentige Lösungen peripher zugeführt werden können. Zur Vermeidung dieser Flüssigkeitsmengen werden auch höherosmotische Lösungen verwandt, die jedoch einen zentralvenösen Zugang erfordern.

Seit kurzem werden auch Disaccharide zur Deckung des Energiebedarfs in der parenteralen Ernährung diskutiert. Durch ihr doppelt so hohes Molekulargewicht gegenüber den Monosacchariden bei gleichem osmotischen Druck bieten sie sich für die Infusion an, da die gleiche Energie bei der halben Menge an freiem Wasser zugeführt werden kann.

Da Laktose und auch Sukrose nahezu vollständig und unverändert ausgeschieden werden (36), sind sie für die parenterale Ernährung nicht geeignet.

Dagegen stellten WESER et al. bei dem Disaccharid Maltose in

ihren Versuchen fest, daß intravenös verabreichte Maltose bei Ratten wie bei Menschen in gleichem Maß wie Glukose metabolisiert wird und nur geringe Mengen im Urin ausgeschieden werden (36, 39, 41). Untersuchungen anderer Autoren (11, 12, 14, 27, 34, 38) ergaben jedoch widersprüchliche Aussagen über die Verwertung der Maltose.

Alle diese Arbeiten wurden über eine kurze Infusionsdauer durchgeführt; zur Beurteilung der Verwertung einer Substanz sind jedoch langdauernde Untersuchungen mit konstanter Zufuhr notwendig.

M A T E R I A L U N D M E T H O D E N

Material

Die Versuche wurden an je 10 normalgewichtigen, männlichen Versuchspersonen im Alter zwischen 22 und 28 Jahren durchgeführt. Alter, Größe und Gewicht sind aus Tabelle I ersichtlich. An Hand der Anamnese, sowie an klinischen und laborchemischen Untersuchungen vor Beginn der Versuche zeigte sich, daß die Versuchspersonen gesund waren. Bei allen Probanden ergab sich auch familienanamnestisch kein Hinweis auf eine Stoffwechselerkrankung.

Versuchsanordnung

Vor den Versuchen wurde eine 12-stündige Fastenperiode über Nacht eingehalten. Zur Anregung der Diurese wurden die Versuchspersonen eine Stunde vor Versuchsbeginn mit jeweils einem Liter Wasser oral vorhydriert. Von diesem Zeitpunkt an mußten Grundumsatzbedingungen eingehalten werden.

Die Infusion erfolgte über eine Braunüle in eine Vene des linken Unterarmes. Während der Infusionsdauer von 345 Minuten sorgte eine stufenlos regelbare Infusionspumpe (Harvard Apparatus Co. Millis, Mass., USA) für eine konstante Zufuhr. Die 10-prozentige Maltoselösung stellte die Firma Fresenius KG, Bad Homburg, zur Verfügung. Die Infusionspumpe wurde vor den Versuchen genau auf die Zufuhr rate von 0,5 beziehungsweise 0,2 g / kg Körpergewicht $\times$ h geeicht. Die Überprüfung dieser Eichung ergab auch nach Versuchsende, daß die Infusionsrate in allen Fällen nur geringe Änderungen während der Versuch erfahren hatte. Die Untersuchung der Maltoselösung zeigte maximal einen Glukosegehalt von 100 mg in 100 ml, das entspricht, bezogen auf das Gewicht, 1 %.

Die Blutproben wurden mittels einer weiteren Braunüle aus der Kubitalvene des rechten Unterarmes entnommen. Die Zeitpunkte der Abnahme wurde festgesetzt auf: unmittelbar vor Infusionsbeginn, 15, 30, 45 Minuten nach Beginn der Infusion und dann in 30-minütigen Abständen bis 30 Minuten nach Infusionsende. Urin lieferten die Versuchspersonen vor Beginn des Versuches

und dann jeweils jede halbe Stunde durch Spontanmiktion. Bei einigen Versuchen ($n = 2$ bei jeder Zufuhrtrate) wurde Urin über einen Zeitraum von 20 Stunden nach Versuchsende gesammelt (Tab. X).

In einer weiteren Versuchsanordnung stellte sich je ein Proband für sechs einander folgende Tage zur Infusion von 0,5 beziehungsweise 0,25 g / kg KG x h Maltose zur Verfügung (Tab. XXVIII). Die Blutproben wurden unmittelbar vor Infusionsbeginn, nach 45 Minuten und dann jede weitere Stunde bis Versuchsende bei 345 Minuten entnommen.

Die Harnausscheidung erfolgte alle 60 Minuten durch Spontanmiktion. Außerdem stellten die Versuchspersonen jeden spontan gewonnenen Urin nach Versuchsende für Analysen zur Verfügung. Nach Infusionsende durften die Probanden ihrer gewohnten Lebensweise, auch essen und trinken, bis 22 Uhr nachgehen. Danach mußten sie bis zur erneuten Infusion fasten.

Bestimmungsmethoden

a) Glukose

Glukose im Urin und im Blut wurde mit Adenosintriphosphat (ATP) und Hexokinase (HK) und weiter mit NADP und Glukose-6-Phosphat-Dehydrogenase (G-6-P-DH) bestimmt (Biochemica Testkombination Boehringer, Mannheim, Best.Nr. 15931).

Prinzip:

Glukose wird durch das Enzym Hexokinase und dem Coenzym ATP in Glukose-6-Phosphat (G-6-P) verwandelt. Mittels des Enzyms G-6-P-DH und NADP^+ als Coenzym wird das gebildete G-6-P zu Glukonat-6-Phosphat umgebaut. Dabei entsteht stöchiometrisch $\text{NADPH} + \text{H}^+$, das im UV-Bereich bei 366 nm photometrisch zu erfassen ist (4).

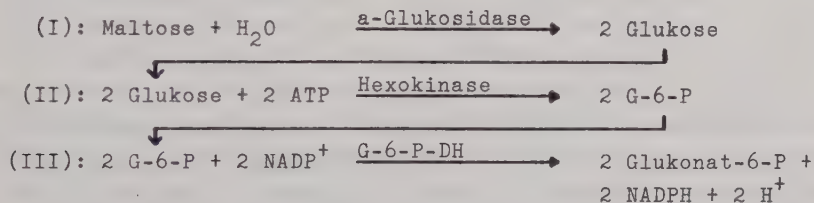
b) Maltose

Maltose wird durch das Enzym α -Glukosidase bei einem pH-Optimum

von 6,6 in zwei Moleküle Glukose gespalten. Die gebildete Glukose wird anschließend mit den Enzymen Hexokinase und Glukose-6-Phosphat-Dehydrogenase über Glukose-6-Phosphat und Glukonat-6-Phosphat bestimmt (17).

Vor der Bestimmung der Maltose ist in einem getrennten Untersuchungsgang die in der zu untersuchenden Lösung enthaltene Glukose festzustellen.

Prinzip:



Das in Reaktion (III) gebildete $\text{NADPH} + \text{H}^+$, gemessen an der Extinktionszunahme bei 366 nm, ist der aus Maltose gebildeten Glukosemenge proportional.

Benötigte Reagenzien:

1. Acetat-Puffer (0,1 M; pH 6,6)
1,36 g Natriumacetat . 3 H_2O in 80 ml H_2O lösen, mit ca 1 ml 0,1 N Essigsäure auf pH 6,6 einstellen, mit Wasser auf 100 ml auffüllen.
2. α -Glukosidase (5 mg/ml), Fa. Boehringer, Mannheim, Best.Nr. 15018.
3. 1 N Perchlorsäure (zur Enteiweißung).
4. 2 N Kalilauge (zur Neutralisation).
5. Glukose-Testansatz HK-Methode, Fa. Boehringer, Mannheim, Best.Nr. 15931.

Bestimmung im Blut:

2 ml Vollblut, aus der ungestauten Vene entnommen, werden sofort nach der Abnahme mit 2 ml 1 N Perchlorsäure enteiweißt und abzen-

trifugiert. Vom Überstand werden 2 ml abpipettiert und mit 2 N Kalilauge unter Kontrolle einer pH-Elektrode neutralisiert. Von dieser neutralen Lösung entnimmt man nach erneuter Zentrifugation 0,5 ml und gibt sie in ein Reagenzglas. Nach Hinzugabe von 0,5 ml Acetat-Puffer und 0,05 ml α -Glukosidase läßt man den Ansatz nach gutem Mischen ca. 20 bis 30 Minuten bei Raumtemperatur stehen.

Nach dieser Inkubationszeit wird die zugeführte Enzymmenge durch Denaturierung im kochenden Wasserbad gefällt und abzentrifugiert. Diese so entstandene Lösung wird, da Maltose in Glukose gespalten ist, wie eine Glukoselösung mittels HK-Methode unter Berücksichtigung des Extinktionskoeffizienten für Maltose bestimmt. Im Anschluß daran wird die bereits vorher vorhandene Blutglukose vom erhaltenen Wert subtrahiert und die Differenz mit einem Korrekturfaktor multipliziert. Dieser Korrekturfaktor entspricht der Hydrolyse der Maltose in Glukose.

Bestimmung im Urin:

Die Urinmaltose wird, wenn es grobquantitative Voranalysen mit Teststäbchen erfordern, in Verdünnungen von 1 : 10 oder 1 : 100 bestimmt.

0,5 ml der verdünnten Urinprobe werden mit 0,5 ml Acetat-Puffer und 0,05 ml α -Glukosidase versetzt und gemischt. Nach einer Reaktionszeit von 20 bis 30 Minuten wird das Enzym durch eine 3 bis 5 - minütige Hitzeeinwirkung denaturiert und abzentrifugiert. Dieser Ansatz wird ebenfalls wie Glukoselösung behandelt und bestimmt. Die vorher bestimmte Uringlukose wird nach Berechnung der "Gesamt-Glukose" abgerechnet und die Maltosekonzentration mittels Korrekturfaktor berichtigt (vgl. oben).

Bestimmungsansatz:

Inkubation (1,05 ml bei Raumtemperatur)

Acetat-Puffer	0,50 ml
Probe (nach Aufbereitung)	0,50 ml
α -Glukosidase Suspension	0,05 ml

mischen, 20 Minuten bei Raumtemperatur stehen lassen, dann 3 bis 5 Minuten in kochendes Wasserbad stellen; zentrifugieren; Überstand zur Messung einsetzen.

Messung

Meßstrahlung 366 nm; Schichtdicke 1 cm; Testvolumen 2,92 ml

Triäthanolamin-Puffer	2,50 ml
NADP - Lösung	0,10 ml
ATP - Lösung	0,10 ml
Probe	0,20 ml

mischen, E_1 bestimmen; dann

HK / G-6-P-DH Suspension	0,02 ml
--------------------------	---------

zugeben, gut mischen, Ende der Reaktion (ca 5 Minuten) abwarten, E_2 bestimmen.

Berechnung:

$$c \text{ (in mg/100 ml)} = (E_2 - E_1) \times F \times 159 \hat{=} \text{Gesamtzucker}$$

$$c \text{ (Maltose)} = (c \text{ Gesamtzucker} - c \text{ Glukose}) \times 0,95$$

F = Verdünnungsfaktor; $159 \hat{=}$ Extinktionskoeffizient für Maltose;
 $0,95 \hat{=}$ Korrekturfaktor für Hydrolyse.

c) Harnstoff

Harnstoff wird in der durch Urease katalysierten enzymatischen Reaktion unter Bildung von Ammoniumcarbonat gespalten. Die hierbei entstehenden Ammoniumionen reagieren mit Phenol und Hypochlorit unter Bildung eines blauen Farbstoffes, dessen Intensität der Harnstoffkonzentration proportional ist und zwischen

530 und 650 nm gemessen wird (Biochemica Testkombination der Fa. Boehringer, Mannheim, Best.Nr. 15930).

d) Kreatinin

Kreatinin bildet in alkalischer Lösung mit Pikrinsäure eine gelb-orange gefärbte Verbindung, deren Farbintensität der Kreatinin-konzentration proportional ist und bei 530 bis 550 nm bestimmt wird (Biochemica Testkombination der Fa. Boehringer, Mannheim, Best.Nr. 15943).

e) Natrium, Kalium, Kalzium

Die Elektrolyte Na^+ , K^+ und Ca^{++} wurden über einen Autoanalyser der Fa. Technicon, Typ SMA plus bestimmt.

ERGEBNISSE

1. Versuchsanordnung

Blutglukose

Das Verhalten der Blutglukose ist in Tabelle II und III wiedergegeben und in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt. Wie zu ersehen ist, schwanken die Blutglukosespiegel während der gesamten Versuchsdauer um die Nüchternausgangswerte. Die Abweichungen liegen alle im Fehlerbereich der Methode. Eine ansteigende Tendenz ist sowohl bei den Versuchen mit der Zufuhr rate von 0,5 g Maltose / kg x h wie auch bei 0,2 g Maltose / kg x h nicht zu verfolgen.

Blutmaltose

a) bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h

Bei Infusionsbeginn ist keine Maltose im Blut nachweisbar. Während der ersten zwei Stunden ist ein steiler Anstieg bis zu Werten von durchschnittlich 150 mg / 100 ml zu beobachten (Abb. 1, Tab. IV). Die Einzeldaten schwanken hier von 81,6 bis zu 214,9 mg / 100 ml.

Anschließend beschreibt die Kurve einen flacheren Anstieg, bis sie bei 285 Minuten bis zum Infusionsende einen nahezu konstanten Blutspiegel von etwa 230 mg / 100 ml erreicht. Die Einzelergebnisse bewegen sich in diesem Zeitraum zwischen 148,4 und 290,9 mg / 100 ml.

Eine halbe Stunde nach Beendigung der Infusion ist ein Abfall der Konzentration von ca. 80 mg / 100 ml auf Werte um 150 mg / 100 ml abzulesen. Der jeweilige Konzentrationsabfall nach Infusionsende bewegt sich zwischen 1,1 und 143,3 mg / 100 ml.

b) bei Zufuhr von 0,2 g Maltose / kg x h

Vor Beginn der Infusion ist keine Maltose im Blut nachweisbar. Während der ersten 45 Minuten nach Infusionsbeginn ist ein steiler Anstieg auf Werte um 55 mg / 100 ml zu erkennen (Abb. 2, Tab. V). Die Einzelergebnisse schwanken hier zwischen 38,7 und 87,5 mg / 100 ml.

Im weiteren Verlauf ist ein flacherer Anstieg auf etwa 140 mg / 100 ml bis Infusionsende abzulesen. Die Streubreite der Ergebnisse liegt zwischen 76,7 und 212,6 mg / 100 ml. Ein Gleichgewicht wird nicht beobachtet.

30 Minuten nach Beendigung der Infusion fällt die Konzentration auf Werte um 85 mg / 100 ml ab. Der Konzentrationsabfall der Einzelwerte liegt zwischen 19,6 und 120,7 mg / 100 ml.

Maltose im Urin

a) bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h

Im Nüchternurin ist keine Maltose nachweisbar. Von Infusionsbeginn an nimmt die Maltoseausscheidung kontinuierlich zu (Abb. 3, Tab. VI). Wie aus den Einzeldaten und Standardabweichungen ersichtlich, sind die Maltoseverluste je halbe Stunde erheblichen individuellen Schwankungen unterworfen. Die höchsten Ausscheidungsraten der Maltose sind am Ende der Versuchsperiode zu beobachten und liegen bei den einzelnen Versuchen zwischen 8,6 und 12,9 g pro 30 Minuten. Die Gesamtausscheidung an Maltose, die im Mittel 63,2 g ($\hat{=}$ 30,1 % der Zufuhr) beträgt, schwankt zwischen 35,5 g ($\hat{=}$ 17,6 %) und 86,5 g ($\hat{=}$ 44,6 %).

b) bei Zufuhr von 0,2 g Maltose / kg x h

Vor Versuchsbeginn ist im Nüchternurin keine Maltose meßbar. Bereits mit der ersten Urinabgabe während der Maltoseinfusion beginnt die Maltoseausscheidung und steigert sich über die ganze Versuchsdauer fortwährend (Abb. 4, Tab. VIII). Auch hier sind die Maltoseverluste je halbe Stunde wie auch während der gesamten

Versuchsdauer bei den einzelnen Versuchspersonen unterschiedlich. Die höchsten Ausscheidungen an Maltose bei den einzelnen Probanden schwanken zwischen 1 und 4 g je Urinabnahme, die Gesamtausscheidung von Maltose liegt zwischen 5,1 g ($\hat{=}$ 5,3 % der zugeführten Menge) und 22,5 g ($\hat{=}$ 31 %), der Mittelwert beläuft sich auf 13,1 g ($\hat{=}$ 15,7 %).

Glukose im Urin

a) bei Infusion von 0,5 g Maltose / kg x h

Im Nüchternurin ist Glukose nur in Mengen unter 10 mg nachweisbar. Von Infusionsbeginn an ist Glukose in bedeutend höheren Mengen festzustellen (Abb. 3, Tab. VII). Die Ausscheidung von Glukose ist bei den Versuchspersonen nicht einheitlich und beträgt nach einer rasch ansteigenden Ausscheidung bis zu im Mittel 1,4 g pro halbe Stunde, ab der dritten Stunde konstant im Mittel etwa 1 g je 30 Minuten bis zum Versuchsende.

Die Gesamtmenge an Glukoseverlusten schwankt zwischen 5,1 g ($\hat{=}$ 2,8 %) und 21,3 g ($\hat{=}$ 9,4 %), der Mittelwert beläuft sich auf 12,1 g ($\hat{=}$ 6,4 % der zugeführten Menge an Maltose).

b) bei Zufuhr von 0,2 g Maltose / kg x h

Vor Infusionsbeginn ist im Nüchternurin Glukose bis zu maximal 10 mg nachzuweisen.

Die Glukoseausscheidung nimmt von Versuchsbeginn an zu (Abb. 4, Tab. IX). Die Verluste an Glukose sind bei den Versuchspersonen uneinheitlich, steigen anfangs kontinuierlich an und erreichen nach etwa drei Stunden eine durchschnittliche Ausscheidung von nahezu 1 g Glukose je 30 Minuten bis zum Versuchsende.

Die gesamte Glukoseausscheidung schwankt zwischen 2,9 g ($\hat{=}$ 3,6 %) und 14,2 g ($\hat{=}$ 15,9 %), sie liegen im Mittel bei 9 g ($\hat{=}$ 10,9 % der zugeführten Menge an Maltose) während der Infusionszeit.

Glukoseclearance

a) bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h

Vor Infusionsbeginn beläuft sich die Clearance von Glukose auf 0 ml / Minute, da physiologisch die filtrierte Glukose durch Rückresorption und Rücktransport wieder aus dem Primärharn entfernt wird.

Sofort nach Infusionsbeginn steigt die Glukoseclearance an und erreicht nach einer Stunde Werte um 45 ml / Minute (Abb. 5, Tab. XIII). Es ergibt sich ein Plateau von ca 45 ml, und sinkt dann ab auf 35 ml / Minute und bleibt, abgesehen von geringen Schwankungen, auf diesem Niveau.

b) bei Zufuhr von 0,2 g Maltose / kg x h

Wie aus Abbildung 6 und Tabelle XIV ersichtlich, steigt die Clearance, ausgehend vom Ausgangswert 0 ml, nach Beginn der Infusion gering an, beläuft sich nach 30 Minuten auf ca. 1,2 ml / Minute und steigt dann nach nahezu linearem Anstieg bis 120 Minuten nach Versuchsbeginn auf Werte um 30 ml / Minute. Bis zum Versuchsende zeigen sich nur noch geringfügige Schwankungen um 30 ml / Minute.

Maltoseclearance

a) bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h

Sofort nach Versuchsbeginn steigt die Clearancerate steil an und erreicht nach 90 Minuten Werte um 90 ml / Minute. Für eine weitere Stunde bleibt der Wert nahezu konstant, fällt zum Zeitpunkt 180 Minuten auf 77 ml ab, steigt aber anschließend auf 100 ml / Minute an und verharret in dieser Höhe für 90 Minuten und erhöht sich in der letzten Stunde linear auf Werte um 150 ml / Minute (Abb. 5, Tab. XV).

b) bei Zufuhr von 0,2 g Maltose / kg x h

Wie aus Abbildung 6 und Tabelle XVI hervorgeht, ist bereits unmittelbar nach Infusionsbeginn eine Clearance der Niere für Maltose nachzuweisen. Sie beträgt bereits nach 60 Minuten 26 ml / Minute. Nach einem geringen Abfall während weiterer 60 Minuten auf 22 ml / Minute steigt die Clearancerate kontinuierlich über 35 ml / Minute auf etwa 50 ml / Minute. Ab diesem Zeitpunkt (t = 210 Minuten) sind die Ergebnisse bis zum Versuchsende nahezu konstant.

Natriumverluste

a) bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h

Wie in Tabelle XVII ausführlich dargestellt, scheiden die Versuchspersonen im Anfangsstadium des Versuches 5 mval Natrium je 30 Minuten aus. Bereits nach 90 Minuten steigt die Natriumausscheidung an und erreicht nach 210 Minuten Werte um 9 meq je Ausscheidung. Diese Mengen bleiben bis zum Versuchsende nahezu konstant. Der Gesamtverlust an Natrium beläuft sich in den 6 Stunden auf durchschnittlich 91,6 meq.

b) bei Zufuhr von 0,2 g Maltose / kg x h

Die Natriumausscheidung verläuft, wie in Tabelle XVIII gezeigt, unausgeglichen und alternierend. Die Einzelwerte schwanken individuell und im Versuchsverlauf. Die Gesamtausscheidung beträgt im Mittel 67,6 meq über die gesamte Versuchsdauer.

Kaliumausscheidung

a) bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h

Die Kaliumausscheidung nimmt, wie in Tabelle XIX im Einzelnen dargestellt, nach anfänglich konstanten Werten von 1,8 mval je Ausscheidung über die Versuchszeit kontinuierlich ab und beträgt am Ende des Versuches nur noch 1,3 meq. Der Gesamtverlust an

Kalium beläuft sich im Mittel auf 18,1 mval über die Versuchszeit von 6 Stunden.

b) bei Infusion von 0,2 g Maltose / kg x h

Wie in Tabelle XX aufgezeigt, erfährt die Kaliumausscheidung bei der geringen Zufuhr rate nahezu keine Änderung, nur die erste Urinausscheidung liegt weit über den Werten von ca. 1 mval je halbe Stunde. Die Gesamtausscheidung beträgt in Mittel 12,4 meq über die gesamte Versuchsdauer.

Kreatininclearance

a) bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h

Während des ganzen Versuches läßt sich kein einheitlicher Verlauf in der Clearance von Kreatinin erkennen (Tab. XXI). Die Werte schwanken zwischen 74 und 102 ml / Minute, sie unterliegen sehr großen individuellen und zeitlichen Schwankungen.

b) bei Zufuhr von 0,2 g Maltose / kg x h

Wie aus Tabelle XXII ersichtlich, beträgt die Clearance von Kreatinin während der ersten halben Stunde ca. 70 ml / Minute. Sodann fällt die Clearancerate steil ab und bewegt sich während der übrigen Versuchszeit zwischen 34 und 48 ml / Minute.

Kalziumausscheidung

a) bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h

Die Kalziumausscheidung unterliegt, wie in Tabelle XXIII im Einzelnen dargelegt, großen individuellen Schwankungen. Die Einzelwerte schwanken zwischen 4,4 und 5,9 mg je Ausscheidungsrate. Diese Schwankungen zeigen sich auch im zeitlichen Verlauf.

b) bei Zufuhr von 0,2 g Maltose / kg x h

Der Gehalt an Kalzium im Urin ist, wie Tabelle XXIV zeigt, sehr unterschiedlich bei den einzelnen Versuchspersonen. Die Einzelwerte schwanken zwischen 1,3 und 20,7 mg je Ausscheidungsrate, die Mittelwerte bewegen sich von zu Beginn des Versuches 6,1 mg bis 4,2 mg am Ende des Versuches. In der Gesamtheit gesehen, nehmen die Ausscheidungsmengen gegen Ende des Versuches ab, die Gesamtmenge an ausgeschiedenem Kalzium beläuft sich im Mittel auf 63,5 mg.

Harnstoffausscheidung

a) bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h

Bei den einzelnen Versuchen bewegt sich die Harnstoffausscheidung im Mittel ständig um 200 mg je Ausscheidungsrate. Es ist keine steigende wie fallende Tendenz zu erkennen (Tab. XXV).

b) bei Zufuhr von 0,2 g Maltose / kg x h

Zu Beginn der Versuche wird, wie aus Tabelle XXVI ersichtlich, im Mittel 224 mg an Harnstoff ausgeschieden. Bereits nach einer Stunde sinkt die Ausscheidungsrate auf 124 mg ab und erniedrigt sich bis zum Versuchsende auf Werte um 93 mg. Insgesamt werden 1,4 g Harnstoff während des Versuches ausgeschieden.

2. Versuchsanordnung

(Infusionen an sechs aufeinander folgenden Tagen)

Blutglukose

Das Verhalten der Blutglukose bei den Versuchen an je einer Versuchsperson über je 6 Stunden ist in Tabelle XXIX dargestellt. Hierbei zeigen sich sowohl bei den einzelnen Versuchstagen sowie über den gesamten Versuch keinerlei Änderungen im Blutspiegel. Die Abweichungen der einzelnen Werte untereinander liegen im Fehlerbereich der Methode. Es ist keine Änderung sowohl bei der Zufuhr rate von 0,5 wie auch von 0,25 g Maltose / kg / h in den einzelnen Versuchen und über den je sechs Tage dauernden Vollversuch zu erkennen. Die Werte liegen in der gleichen Größenordnung wie die Einzelversuche mit verschiedenen Probanden.

Blutmaltose

a) bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h

Bei Infusionsbeginn ist an keinem der Versuchstage Maltose im Blut nachweisbar.

Wie in Abbildung 7 und Tabelle XXVIII zu ersehen ist, zeigen die Einzelkurven einen relativ einheitlichen Verlauf. Erst zum jeweiligen Versuchsende scheint sich ein Gleichgewicht abzuzeichnen. Es ergibt sich kein Hinweis, daß an den darauffolgenden Tagen eine Änderung im Kurvenverlauf eingetreten ist. Die Schwankungsbreite der einzelnen Daten liegt bei maximal 90 mg / 100 ml, aber kein Versuchstag zeigt besonders hohe oder besonders niedere Ergebnisse im Kurvenverlauf. Die Werte liegen alle in der gleichen Größenordnung wie die Einzelversuche mit verschiedenen Probanden.

b) bei Zufuhr von 0,25 g Maltose / kg x h

An keinem der einzelnen Versuchstage ist vor Beginn der Infusion Maltose nachzuweisen.

Die Zusammenstellung der Einzelkurven, wie in Abbildung 8 und Tabelle XXVIII aufgezeigt, ergibt bis auf zwei Einzelwerte (am Tag 1 bei 165 Minuten und am Tag 2 bei 105 Minuten) einen einheitlichen Verlauf. Nach einem raschen Anstieg jeweils zum Zeitpunkt 45 Minuten auf Werte um 85 mg / 100 ml folgt ein langsamer Anstieg bis auf Werte um 160 mg / 100 ml, welche bereits nach 225 Minuten erreicht werden. Die jeweils entsprechenden Daten schwanken mit Ausnahme der bereits oben benannten Werte höchstens 30 mg / 100 ml um den Mittelwert.

Ausscheidung von Maltose

a) bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h

Im Nüchternurin ist an keinem Versuchstag Maltose nachzuweisen. Von Infusionsbeginn an steigt die Maltoseausscheidung kontinuierlich an (Abb. 9, Tab. XXX). Wie aus den Einzeldaten ersichtlich, zeigt sich keine einheitliche Ausscheidung an den aufeinander folgenden Tagen. Die höchsten Ausscheidungsraten liegen am Ende der jeweiligen Versuchsperiode und schwanken zwischen 14,18 g und 18,83 g je Stunde. Die Gesamtausscheidung an Maltose beläuft sich auf Werte zwischen 56,89 g ($\hat{=}$ 34,7 %) und 87,92 g ($\hat{=}$ 53,6 % der zugeführten Menge an Maltose).

Auch nach Infusionsende scheidet die Niere weiter Maltose aus (Tab. XXXII). Die Ausscheidungsmengen über 18 Stunden nach Absetzen der Infusion betragen zwischen 10,37 g ($\hat{=}$ 6,3 %) und 22,47 g ($\hat{=}$ 13,7 %), sodaß innerhalb von 24 Stunden zwischen 67,26 g ($\hat{=}$ 41,0 %) und 110,39 g ($\hat{=}$ 67,3 % der zugeführten Menge Maltose) unverändert renal ausgeschieden werden.

b) bei Zufuhr von 0,25 g Maltose / kg x h

Vor dem jeweiligen Infusionsbeginn ist im Urin keine Maltose meßbar.

Bereits eine Stunde nach Start der Infusion ist Maltose in großen Mengen festzustellen, die bis Infusionsende noch weiter zunimmt (Abb. 10, Tab. XXXI). Die Ausscheidung verläuft nicht

streng linear, gegen Ende der Infusion (5. und 6. Stunde) scheint sich ein Gleichgewicht einzustellen. Zu diesen Zeitpunkten reichen die Ausscheidungsmengen von 5,14 g bis 9,78 g je Stunde. Die gesamten Verluste an ausgeschiedener Maltose belaufen sich auf Mengen zwischen 23,79 g ($\hat{=}$ 23,0 %) und 36,07 g ($\hat{=}$ 34,9 % der zugeführten Maltose).

Nach Beendigung der Infusion hält die Ausscheidung von Maltose weiter an und erreicht in den folgenden 18 Stunden insgesamt Mengen von zusätzlich 1,51 g ($\hat{=}$ 1,5 %) bis 11,95 g ($\hat{=}$ 11,5 %). Es ergeben sich in diesen 24 Stunden Verluste von 31,83 g ($\hat{=}$ 30,8 %) bis zu 48,02 g ($\hat{=}$ 46,4 % der zugeführten Maltose).

Glukoseausscheidung

a) bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h

Vor Infusionsbeginn ist Glukose nur in physiologischen Mengen bis zu 10 mg im Urin nachzuweisen.

Die Ausscheidung von Glukose erreicht bereits in der ersten Stunde ihr Maximum von 0,56 g bis 1,97 g und fällt danach auf etwa gleichbleibende Werte um 0,5 g je Stunde wieder ab.

Die Gesamtausscheidung während der Infusion beläuft sich auf Mengen zwischen 3,72 g ($\hat{=}$ 2,3 %) und 5,79 g ($\hat{=}$ 3,5 %). Dieses Verhalten ist in Abbildung 9 und Tabelle XXX dargestellt. Auch nach Beendigung der Infusion ist in den folgenden 18 Stunden Glukose in Mengen von 0,83 g ($\hat{=}$ 0,5 %) bis 1,84 g ($\hat{=}$ 1,1 % der zugeführten Menge Maltose) im Urin nachzuweisen (Tab. XXXII).

b) bei Zufuhr von 0,25 g Maltose / kg x h

Vor Infusionsbeginn ist Glukose nur in geringen Mengen bis zu 10 mg im Urin meßbar.

Nach parenteraler Zufuhr von Maltose steigt die Glukoseausscheidung an, erreicht in der zweiten und dritten Stunde ihren höchsten Wert zwischen 0,86 g und 1,42 g je Stunde und fällt wieder auf Werte um 0,5 bis 0,6 g je Stunde ab (Abb. 10, Tab. XXXI). Die Gesamtausscheidung beläuft sich während der Maltosezufuhr

auf Mengen zwischen 3,36 g ($\hat{=}$ 3,2 %) und 5,52 g ($\hat{=}$ 5,3 % der zugeführten Menge Maltose).

Nach Applikation hält die Glukoseausscheidung weiter an und erreicht in den folgenden 18 Stunden Gesamtmengen von 0,46 g ($\hat{=}$ 0,4 %) und 3,75 g ($\hat{=}$ 3,6 % der Zufuhr). Die gesamten Verluste während 24 Stunden belaufen sich auf Werte zwischen 5,49 g ($\hat{=}$ 5,3 %) und 7,19 g ($\hat{=}$ 6,9 % der zugeführten Menge Maltose).

D I S K U S S I O N

Infusionsdauer. Als Infusionsdauer wurde eine Zeit von 345 Minuten festgelegt, da sich diese Zeitdauer für Untersuchungen der parenteralen Zufuhr von Kohlenhydraten als günstig erwiesen hat (19, 22, 27). Auf Stoß- oder Bolusinfusionen von Maltose wurde verzichtet, da sie nicht geeignet sind, ausreichende pharmakokinetische Informationen über die parenterale Verwertung von Substanzen zu geben (10). Bei parenteraler Ernährung wird eine kontinuierliche Dauerinfusion vorgenommen, ähnliche Bedingungen liegen damit auch dieser klinisch-experimentellen Arbeit zugrunde.

Infusionslösung. Als Infusionsflüssigkeit wählten wir eine sterile, elektrolytfreie, 10-prozentige Maltoselösung, welche einem dem Blut nahezu isoosmotischen Druck entspricht (10). Venenschäden sollten dadurch vermieden werden, die als mögliche Nebenwirkungen bei Verwendung von hyperosmolären Lösungen auftreten können. Die Maltoselösung enthielt maximal 100 mg Glukose in 100 ml. Die Zufuhr an freier Glukose betrug daher weniger als $0,005 \text{ g / kg} \times \text{h}$ bei der höheren und weniger als $0,002 \text{ g / kg} \times \text{h}$ bei der niedrigeren Dosierung.

Applikation der Infusion. Die Infusion erfolgte über eine Braunüle in eine Vene des linken Unterarmes. Die Braunüle wurde gewählt, um den Versuchspersonen Bewegungsfreiheit zum Urinieren zu gewähren. Die Verwendung von Kathetern zur Punktion der Vena anonyma wurde wegen der bekannten Risiken verzichtet, da keine klinische Indikation gegeben war und ein solches Vorgehen freiwilligen Versuchspersonen nicht zugemutet werden kann. Keine der Versuchspersonen zeigte Nebenwirkungen, sei es durch die Infusionsapplikation oder die Infusionslösungen. Weder während noch nach Beendigung der Versuche konnten subjektive oder objektive Nebenwirkungen verzeichnet werden.

Dosierung. Die Wahl der Dosierung erfolgte in der Menge von $0,5 \text{ g Maltose / kg} \times \text{h}$, um einen Vergleich mit den gebräuchlichen Kohlenhydraten durchführen zu können. Die Konzentration von $0,2 \text{ g}$

bzw. 0,25 g / kg x h stellt eine Applikationsmenge dar, die bei endgültiger Abklärung der Maltose durchaus im Bereich einer klinischen Verwendung sein könnte.

Fehlermöglichkeiten. Die konstante Zufuhr über eine Infusionspumpe, welche in der vorliegenden Arbeit zur Zufriedenheit arbeitete, ist Voraussetzung und bedarf Messungen vor und nach Beendigung des jeweiligen Infusionsprogrammes. Dabei ergaben sich maximale Abweichungen von 2,5 % der gesamten Infusionsmenge. Die Errechnung der Infusionsrate und die anschließende Eichung der Infusionspumpe erfordert äußerste Sorgfalt; diese ist aber erforderlich, um reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten. Weitere Fehlerquellen können durch die Bestimmung der einzelnen Substanzen auftreten.

Die Feststellung der Meßgenauigkeit erfolgte durch Analysen von Standardlösungen mit Glukose und Maltose im Doppelblindverfahren; die höchsten Abweichungen in diesen Bestimmungen beliefen sich auf weniger als 4 % Abweichung.

Den größten Unsicherheitsfaktor stellen die einzelnen Versuchspersonen dar. Die Kontrolle, ob die Probanden die Vorschriften über Fasten einhielten, ist problematisch. Die Versuchspersonen unterlagen einer strikten Kontrolle eine Stunde vor Versuchsbeginn.

Streßbedingte Katecholamin- und Glukokortikosteroideausschüttung müssen in dieser Arbeit unberücksichtigt bleiben.

Bei den Berechnungsverfahren wurde auf eine Pseudogenauigkeit verzichtet, d.h. die Meßergebnisse wurden nur auf eine bzw. bei den Ausscheidungsmengen auf 2 Dezimalstellen abgelesen, da mit analytischen Methoden eine höhere Genauigkeit nicht zu erreichen ist und solche Werte nur rechnerisch entstanden.

Die geringe Glukoseausscheidung, welche bei einigen Versuchspersonen in der Nüchternportion des Urins zu finden war, wurde bei der Berechnung der Kohlenhydratausscheidung vernachlässigt, da sie im Vergleich zu der später auftretenden Glukosurie nur verschwindend geringe Werte erreichte.

Die statistische Verarbeitung der Ergebnisse wurde auf Standardabweichungen begrenzt, da die Anzahl für andere Methoden zu gering war.

Untersuchungen an der Ratte und am Menschen zeigten, daß die intravenös verabreichten Disaccharide Laktose und Sukrose überwiegend renal ausgeschieden werden. Dagegen wurde intravenös zugeführte Maltose nur zu einem geringen Prozentsatz über die Niere eliminiert (36). Injektionen von 0,5 ml einer 10-prozentigen, ^{14}C -markierten Maltose konnten bei Ratten nahezu in der gleichen Höhe als radioaktiv markiertes CO_2 in der Ausatemluft nachgewiesen werden, wie bei Verabreichung der gleichen Menge Glukose (40). Unterschiedlich waren dagegen die Zeiten der maximalen CO_2 -Abatmung, die nach Injektion von Maltose 15 Minuten später als nach Glukoseinjektion beobachtet wurde (40). Intravenöse Injektion von 25 g Maltose an 6 freiwilligen, gesunden Versuchspersonen führte zu keinem Anstieg von Blutglukose, dagegen aber zu einem 3-fachen Anstieg der Nüchterninsulinwerte. Weniger als 3 % der verabreichten Maltose wurde im Urin ausgeschieden und lag im gleichen Bereich wie nach intravenöser Injektion von 25 g Glukose (41). Ähnliche Ergebnisse wurden von der gleichen Arbeitsgruppe nach Injektion von 25 g ^{14}C -markierter Maltose berichtet (39). Auch hier lag die maximale $^{14}\text{CO}_2$ -Abatmung wesentlich später, nämlich um 115 Minuten, als nach Verabreichung von ^{14}C -markierter Glukose (39). Aus diesen Untersuchungen wurde von WESER et al. geschlossen, daß Maltose, wenn auch langsamer, so doch im gleichen Umfang wie Glukose sowohl von der Ratte als auch vom Menschen verstoffwechselt wird. Aber all diese Ergebnisse wurden nicht unter den für parenteral erforderlichen Bedingungen und nur mit sehr geringen Maltosemengen gewonnen: 10 g bzw. 25 g Maltose als einmalige Injektion. Bei den gleichen Untersuchungen fanden WESER et al. (39) Ausscheidungen von 11,9 % der Radioaktivität bei der Gabe von 25 g ^{14}C -markierter Maltose, welche, in 50 ml sterilem Wasser gelöst, in einer Zeit von 5 Minuten intravenös zugeführt wurde. Bei Verabreichung der gleichen Menge an Glukose unter denselben Bedingungen fanden sie 6,9 % der Aktivität im Urin (39). Die Beobachtungszeit für die Ausscheidung betrug in beiden Fällen sechs Stunden.

Über wesentlich höhere Verluste durch den Urin berichten YOSHITAKE et al. (38), der bei Zufuhr von 1,5 g Maltose pro kg Körpergewicht in 10-prozentiger Lösung über 90 Minuten, das ent-

spricht einer Zufuhr von $1,0 \text{ g / kg} \times \text{h}$, bereits in den ersten 90 Minuten eine Elimination von 13 % der zugeführten Menge an Kohlenhydraten nachweist. Bei einer Sammelzeit von 4 Stunden und 30 Minuten ergibt sich ein Gesamtverlust von 21,3 g an Kohlenhydraten, aufgeteilt in 18 g Maltose und 3,3 g Glukose.

TANAKA et al. (34) berichten bei Zufuhr von 50 g Maltose in einer 10-prozentigen Lösung über 60 Minuten eine Ausscheidung von 36,7 % der zugeführten Kohlenhydrate (15,1 % als Maltose und 21,6 % als Glukose), bei Zufuhr von der gleichen Menge an Glukose 43,9 % der zugeführten Energieträger im 12 - Stundenurin. Die Höhe der dabei angegebenen Glukoseausscheidung während Glukoseinfusionen steht dabei im krassen Widerspruch zu den Befunden in der Weltliteratur (2, 5, 15, 16, 19, 20, 22, 33, 37, 43). Sämtliche Untersucher, die Maltose über einen längeren Zeitraum verabreichten, berichten über höhere Ausscheidungsraten. DIERKES et al. (8) verwenden bei ihren Untersuchungen keine Maltose, sondern das Oligosaccharid Maltotriose. Sie infundierten 1 g Maltodextrin je kg Körpergewicht über 2 Stunden, das ergibt eine Zufuhr rate von $0,5 \text{ g / kg} \times \text{h}$, und fanden eine Ausscheidung von 39 % der infundierten Kohlenhydrate. Bei der Untersuchung mit reduziertem Maltodextrin unter sonst gleichen Bedingungen erschienen 44 % der zugeführten Menge im 6-Stunden-Urin.

FINKE und REINAUER führten Versuche mit 10-prozentiger Maltose durch, die mit ^{14}C radioaktiv markiert war (9). Hier zeigten die Untersuchungen an 9 Stoffwechselgesunden und 3 insulinabhängigen Diabetikern, daß Maltoseinfusionen über 2 und über 6 Stunden die Blutzuckerkonzentrationen nicht beeinflussen. Dagegen kommt es zu einem starken Anstieg der Maltosekonzentration sowohl bei Zufuhr von $0,25 \text{ g}$ als auch von $0,125 \text{ g / kg} \times \text{h}$ und auch zu einer dosisabhängigen Ausscheidung der Maltose. Diese Ausscheidungsraten korrelieren mit den Blutmaltosespiegeln und liegen, unter Zufuhr von $0,25 \text{ g / kg} \times \text{h}$ über 2 Stunden, bei durchschnittlich 24,4 % über einen Sammelzeitraum von 8 Stunden. Von dieser Ausscheidung erscheinen ca. 82 % als Maltose, während die Glukoseausscheidung 18 % beträgt. Bei einem Probanden wurde eine Zufuhr rate von $0,125 \text{ g / kg} \times \text{h}$ über 6 Stunden gewählt, auch hier finden sich nach 8 Stunden Sammelzeit 20 % (davon 87 % als Mal-

tose und 13 % als Glukose) der zugeführten Menge an Kohlenhydraten im Urin. Bei Zufuhr von 0,25 g / kg x h über 6 Stunden zeigen die Versuchspersonen Ausscheidungen von durchschnittlich 48,24 %, wobei 92 % als Maltose und 8 % als Glukose erscheint. Darüberhinaus geben diese Untersuchungen Angaben über den Abbau der Maltose, der zwischen 7,5 und 23,4 % beträgt. Die maximale Abbaugeschwindigkeit beträgt 40 mg pro Minute und wird mehr als 3 Stunden nach dem höchsten Blutmaltosespiegel erreicht (9). Bei den drei Diabetikern war die Maltoseverwertung deutlich geringer. Es resultiert eine erhöhte und verzögerte Ausscheidung für Maltose, insgesamt gehen innerhalb von 8 Stunden 51 % der applizierten Dosis renal verloren. Von der im Urin gefundenen Radioaktivität entfielen 30 % auf markierte Maltose ($\hat{=}$ 4,3 g) und 70 % auf markierte Glukose ($\hat{=}$ 15,4 g). Hinzu kommt noch ein Anteil von nichtmarkierter Glukose (5,94 g). Der Abbau zu CO₂ war zu jedem Zeitpunkt niedriger als bei Gesunden. In der Bilanz ergibt sich ein verminderter Abbau von Maltose, insgesamt werden nur 3 % der infundierten Maltose innerhalb von 8 Stunden umgesetzt.

Große Unterschiede werden von HASLBECK et al. (18) bei kontinuierlicher Verabreichung von 0,25 g Maltose / kg x h in 10-prozentiger Lösung über 2 Stunden angegeben. Bei Diabetikern vom Erwachsenentyp finden sich, mit großer Variabilität, in den ersten drei Stunden 14 % (1,1 bis 35,9 %) der zugeführten Kohlenhydrate im Urin. Dagegen sind bei Stoffwechselgesunden die Schwankungen geringer, auch die Ausscheidung selbst liegt mit 4 % der zugeführten Maltosemenge (1,3 % als Maltose und 2,7 % als Glukose) deutlich unter den Ergebnissen bei Diabetikern innerhalb der ersten drei Stunden. Die Untersuchungen im Urin erstreckten sich über 24 Stunden. Hier war auch nach 18 Stunden noch Maltose im Urin nachweisbar. Während weiterer 24 Stunden war bei normalisierter Glukoseausscheidung keine Maltose mehr festzustellen.

FÜRSTER et al. (14) berichten bei Versuchen mit 20-prozentiger Maltoselösung an Stoffwechselgesunden über Ergebnisse bei Verabreichung von 0,125 g, 0,25 g und 0,5 g Maltose / kg x h während einer Infusionszeit von vier Stunden und einer Nachbeobachtung von weiteren vier Stunden. Ein Anstieg der Blutglukose wurde

nicht verzeichnet. Auch diese Untersuchungen zeigen neben Maltose auch in größerem Umfang Glukose im Urin. Bereits bei der niederen Dosierung von 0,125 g sind fast 6 g Glukose im Harn aufzufinden, während Maltose unter diesen Bedingungen nur in Spuren nachweisbar ist. Bei den höheren Verabreichungsmengen steigt allein die Glukoseausscheidung auf über 10 g innerhalb von sechs Stunden an. Hinzu kommen noch ca. 10 g (bei 0,25 g) bzw. 30 g (bei Dosierung von 0,5 g Maltose) Verluste an Maltose über eine Sammelperiode von 6 Stunden. Hieraus resultieren schon bei der niedrigen Zufuhr rate von 0,125 g / kg x h Ausscheidungsmengen von etwa 15 % der zugeführten Kohlenhydrate, die bei der nächst höheren Dosierung schon über 30 % betragen.

In einer weiteren Studie untersucht die gleiche Arbeitsgruppe (13) das Verhalten bei Zufuhr von 0,125 g Maltose / kg x h über 12 Stunden Infusionszeit und von 0,25 g Maltose / kg x h über 8 Stunden mit einer insgesamt 12-stündigen Beobachtungszeit. Auch hier verhält sich der Blutglukosespiegel nahezu konstant. FÖRSTER et al. (13) finden bei dem niedrigen Kohlenhydratangebot von 0,125 g Maltose je kg Körpergewicht und Stunde eine hohe Glukosurie ohne Hyperglykämie, die in 12 Stunden eine Gesamtmenge von rund 20 g Glukose erreicht. Daneben erscheint auch noch 5 g Maltose im Urin während dieser Sammelperiode. Dies bedeutet eine Gesamtausscheidung von etwa 25 % der zugeführten Menge an Kohlenhydraten. Bei einer Verabreichung von 0,25 g Maltose zeigen sich ähnliche Ergebnisse für die Glukoseausscheidung, die hier ca. 16 bis 17 g während der Infusionszeit beträgt. Dagegen ist die Maltoseausscheidung bedeutend höher und beläuft sich auf etwa 35 g. Die Gesamtausscheidung während der Beobachtungszeit beläuft sich auf rund 35 % der zugeführten Kohlenhydrate.

Ein Vergleich der Ergebnisse von FÖRSTER et al. (13) mit den vorliegenden Daten zeigt, daß beide Arbeiten zu nahezu gleichen Feststellungen gelangen. Bei Verabreichung von 0,125 g Maltose / kg x h über 12 Stunden, das bedeutet eine Gesamtzufuhr von 1,5 g Maltose je kg Körpergewicht, ergibt sich eine durchschnittliche Ausscheidung von etwa 2 g Glukose je Stunde; wir verzeichnen bei Applikation von 0,2 g Maltose je kg und Stunde, das entspricht einer Gesamtmenge von 1,2 g Maltose je kg, über 6 Stunden

eine Ausscheidung von etwa 0,9 bis 1,0 g Glukose je halbe Stunde. Bei der höheren Zufuhrate von 0,25 g Maltose über 8 Stunden (= 2,0 g Maltose je kg) verzeichnen FÖRSTER et al. ebenfalls eine mittlere Ausscheidung von 2 g Glukose je Stunde, diese Beobachtung ist auch bei unseren Ergebnissen bezüglich der Infusionsrate von 0,5 g Maltose je kg Körpergewicht und Stunde über 6 Stunden (= 3,0 g Maltose je kg) abzulesen. Die Unterschiede in der Gesamtausscheidung bei unterschiedlichen Dosierungen erstrecken sich vornehmlich auf die Ausscheidung von Maltose. FÖRSTER et al. bestätigen hierin die von uns festgestellte, bemerkenswerte Beobachtung (27, 28, 29, 30).

BERG und MATZKIES (3) verwendeten eine 20-prozentige Maltoselösung mit Elektrolytzusätzen in einer Dosierung von 0,25 g / kg x h über einen Zeitraum von 6 Stunden und beobachteten insgesamt 7 Stunden. Diese Arbeit ist vom Versuchsaufbau her am ehesten mit der vorliegenden Arbeit zu vergleichen. Auch hier läßt sich eine große Kohlenhydratausscheidung feststellen, die insgesamt im Mittel 27,5 % der zugeführten Menge beträgt. Bemerkenswert ist jedoch die verhältnismäßig hohe Elimination von Glukose, die bereits 24,1 % der Gesamtzufuhr ausmacht. Lediglich 3,4 % der Zufuhr beruhen auf Maltose. Auch diese Arbeit stellt eine massive Glukosurie fest, ohne daß eine Hyperglykämie verzeichnet wird.

Die Ursache für die unter Maltoseinfusion zu beobachtende Glukosurie ist unklar, obwohl die Glukosespiegel nahezu bei allen Untersuchungen unverändert unter einem Wert von 100 mg / 100 ml verbleiben. Als Möglichkeiten für das Auftreten von Glukose im Urin kommen in Betracht: zum ersten könnte eine Maltase in der Niere die Maltose, entweder vor oder nach der Filtration, spalten; des weiteren könnte Maltose den Glukosetransport durch die ähnliche Struktur über eine Blockierung des hierfür erforderlichen Carrier kompetitiv hemmen. Dieser Mechanismus ist von KLEINZELLER et al. (44) für die bei Galaktoseinfusion auftretende Glukosurie beschrieben worden.

BODE et al. (6) führen die Glukosurie auf eine hohe Aktivität von Maltase in der Niere zurück. Nach HASLBECK et al. (18) sind unter anderem Glukosidasen, die sich im menschlichen Harn befin-

den, neben weiteren Maltasen, die sich besonders im Intestinum und in den Nieren aufhalten, für die Spaltung von Maltose in Glukose im menschlichen Urin verantwortlich. Eine weitere Möglichkeit wird darin gesehen, daß die glomerulär filtrierte Maltose an den Nierentubuli oder auch intratubulär hydrolysiert wird. Auch FÖRSTER et al. (14) sind der Ansicht, daß die im Urin erscheinende Glukose aus einer direkten Hydrolyse der Maltose an den Basalmembranen der Tubuluszellen stammen. Als Alternative gibt es die Möglichkeit, daß Maltose die Rückresorption von Glukose aus dem Primärharn hemmt. Im Harn kann ferner Maltaseaktivität nachgewiesen werden; dieses Enzym stammt aus den Tubulusepithelien. Demnach bestünde eine weitere Möglichkeit darin, daß die Maltose durch das freigesetzte Enzym erst in den unteren Tubulusabschnitten und in der Blase gespalten wird und dann von dort nicht mehr rückresorbiert werden kann. FINKE und REINAUER (9) geben genauere Hinweise über die auftretende Glukosurie. Zu Untersuchungen bei Zufuhrdaten von 0,5 g Maltose je kg Körpergewicht über 2 Stunden verwendeten sie 10-prozentige Maltoselösungen, welche mit $5\mu\text{Ci}$ je 500 ml markiert worden war. Beim Nachweis der Kohlenhydrate im Urin konnten sie zeigen, daß bei Diabetikern außer unmarkierter Glukose auch radioaktiv markierte Glukose in hohem Prozentsatz neben markierter Maltose im Urin erscheint. Die papierchromatographische Untersuchung des Harns ergab, daß 70 % ($\pm 15,4$ g) der Aktivität aus Glukose und nur 30 % ($\pm 4,3$ g) aus Maltose besteht. Des weiteren sind noch etwa 6 g an nichtmarkierter Glukose festzustellen.

Diese Ergebnisse unterstützen die Vermutungen, daß die Glukosurie in hohem Maß aus einer Spaltung der Maltose entspringt und dies höchstwahrscheinlich im distalen Tubulus geschieht, in dem Glukose nicht mehr rückresorbiert wird.

BERG und MATZKIES (3) berechneten eine totale Maltoseclearance von 3,8 ml / kg x min. Diese Ergebnisse entstammen aus einem zumindest rechnerischen "steady-state", in der die Zufuhrate (0,25 g / kg x h) und die Blutkonzentration (109 mg / 100 ml) eingehen. In den vorliegenden Ergebnissen wurden die Clearance-raten aus Blutkonzentration und Ausscheidung des jeweiligen Sub-

strates bestimmt. Aus dieser unterschiedlichen Berechnungsgrundlage sind vorliegende Ergebnisse mit der totalen Clearance von BERG und MATZKIES nicht vergleichbar.

Die übrigen Arbeiten geben keinerlei Hinweise und Angaben über die Clearance.

Die Ausscheidungen von Elektrolyten werden ebenfalls nur von BERG und MATZKIES (3) beschrieben. Hier ergeben sich bei Natrium Gesamtverluste von 135,4 mval über sieben Stunden. Da durch die Infusion etwa 48 mval Natrium (Infusionslösung 80 mval / l, zugeführte Menge etwa 0,6 l) eingeschleust werden, ergeben sich reine Verluste von etwa 95 mval. Ein Vergleich mit den eigenen Ergebnissen ergibt nur geringe Abweichungen. BERG und MATZKIES finden eine durchschnittliche "reine" Ausscheidung von durchschnittlich 12,5 mval Natrium je Stunde, die Verluste in vorliegender Arbeit betragen zwischen 11,2 und 15,2 mval Natrium je Stunde bei den unterschiedlichen Zufuhrsraten.

Bei der Kaliumausscheidung finden sie Verlustraten von etwa 7 mval je Stunde. Nach Berücksichtigung der intravenösen Zufuhr ergeben sich immer noch Ausscheidungsraten von mehr als 4 mval je Stunde. Vorliegende Werte zeigen eine Ausscheidung von etwa 2 bzw. 3 mval Kalium je Stunde. Dies steht im Einklang mit Untersuchungen des Urins bei Zufuhr von 10- und 20-prozentigen Lösungen (30). BERG und MATZKIES berichten über eine Kalziumausscheidung während siebenstündiger Beobachtungszeit von 5 mval (3), dagegen wurde in der vorliegenden Arbeit eine Kalziumausscheidung von 60 mg = 30 mval festgestellt. Dies steht auch im Einklang zu den physiologischen Ausscheidungsmengen von 150 - 300 mg je 24 Stunden (7).

Wesentlich für die Beurteilung einer Substanz ist die Bilanz. Hierzu gehört neben konstanter, langdauernder Zufuhr u.a. auch die Erfassung der renalen Ausscheidung.

Gut untersucht sind die Verhältnisse bei Monosacchariden und Glukoseaustauschstoffen.

Bei parenteraler Zufuhr von Glukose treten größere Verluste nur innerhalb der ersten zwei Infusionsstunden auf. Sie betragen

aber nur wenige Gramm. Wenn ein "steady state" erreicht ist, ein Zustand, in dem sich Zufuhr, Blutspiegel und Ausscheidung in einem Fließgleichgewicht befinden, kann man für praktische Zwecke die Glukoseausscheidung vernachlässigen.

Bei einer Zufuhr von 0,25 g Glukose je kg Körpergewicht und Stunde tritt keine Glukosurie auf (22), nicht einmal die Blutglukose erreicht Spiegel über 100 mg / 100 ml. Auch bei einer Zufuhrrate von 0,5 g wird im Fließgleichgewicht nahezu die gesamte verabreichte Glukosemenge, d.h. 499 mg je kg und Stunde, verwertet. Selbst während einer Zufuhr von 1,5 g Glukose je kg und Stunde über 6 Stunden überschreitet die Glukosurie im "steady state" nie den Wert von 80 mg / kg x h. Verallgemeinert, werden 91 - 99 % der infundierten Glukose je entsprechenden Zufuhrraten verwertet (19).

Wird Fruktose zur parenteralen Ernährung verwandt, so ergeben sich ebenfalls nur geringfügige Änderungen im Glukosespiegel. Bereits nach spätestens 75 Minuten stellt sich für Fruktose ein Fließgleichgewicht ein. Bei der Infusionsrate von 0,5 g / kg x h werden etwa 98 % der Zufuhr im Stoffwechsel umgesetzt, die renalen Verluste belaufen sich auf etwa 2 % der infundierten Menge. Bei einer massiven Zufuhrgeschwindigkeit von 1,5 g je kg Körpergewicht und Stunde ergeben sich nur Ausscheidungen von $5,7 \pm 0,8$ g, was einer Verwertung von etwa 94 % entspricht (19). Bei der Anwendung von Xylit zeigt sich wie bei Fruktose ein "steady state" nach etwa 75 Minuten (21). Bei der Zufuhrrate von 0,5 g je kg Körpergewicht und Stunde zeigen sich außer Unverträglichkeitserscheinungen und Harnsäureerhöhungen im Serum massive Ausscheidungsraten von 11 - 30 %, im Mittel 22,12 % der zugeführten Mengen. Die Ursache dieser hohen Verluste an Xylit ist unklar. MÜLLER et al. (25) konnten in ihren Versuchen an Kaninchen zeigen, daß diese Xylitausscheidung ein einfaches "overflow-Phänomen" ist. Auch diese Autoren konnten über erhebliche renale Verluste berichten.

Die vorliegende Arbeit belegt, daß die bei Ratten, sowie bei Menschen gefundene gute Verwertung intravenös verabreichter, kleiner Maltosemengen als Bolus, nicht auf Verhältnisse über-

tragen werden können, die für eine klinische parenterale Energiezufuhr zu fordern sind. Der sinnvolle Einsatz von Kohlenhydraten als Energiequelle während parenteraler Ernährung erfordert die mehrstündige Zufuhr energetisch relevanter Mengen pro Tag. Solche Dosierungen wurden gewählt, um die klinische und ernährungsphysiologische Bedeutung der Maltose zu beurteilen. Unter diesen Bedingungen bestehen jedoch hohe renale Verluste an Maltose und Glukose. Der Vorteil des doppelten Kalorienangebotes der Maltose gegenüber den Monosacchariden bei gleichem osmotischen Druck wird durch die schlechte Bilanz im Vergleich zu anderen Kohlenhydraten weitgehend aufgehoben. Maltose hat daher als Energielieferant in der parenteralen Ernährung keinen Vorteil gegenüber Glukose. Der fehlende Anstieg der Blutglukose und des Seruminsulins könnte jedoch bei bestimmten Stoffwechselsituationen von Interesse sein. Weitere Untersuchungen darüber und über den Verbleib und Metabolismus des im Körper verbliebenen Anteils der Maltose stehen jedoch zur endgültigen Beurteilung des Stellenwertes dieses Disaccharides für eine eventuelle klinische Anwendung als parenterale Energiequelle noch aus.

Z U S A M M E N F A S S U N G

Als Energielieferant wurde in letzter Zeit Maltose vorgeschlagen, da durch parenterale Zufuhr dieses Disaccharides bei gleichem osmotischen Druck die doppelte Energiemenge angeboten werden kann. 20 gesunden, männlichen Versuchspersonen wurde Maltose während 345 Minuten in zehnprozentiger Lösung parenteral über die Vena Cubiti zugeführt; davon erhielten zehn Probanden die Zufuhr rate von 0,5 g / kg x h, zehn erhielten die Dosis von 0,2 g / kg x h. In halbstündigen Abständen wurden Blutproben entnommen und Spontanurin gesammelt. Blut wurde auf den Gehalt von Glukose und Maltose untersucht, im Urin wurde Glukose, Maltose, Harnstoff, Kreatinin, Natrium, Kalium und Kalzium bestimmt. In einem zweiten Versuchsansatz wurde einer Versuchsperson die Zufuhr rate von 0,5 g Maltose je kg und Stunde, einer weiteren die Dosis von 0,25 g Maltose / kg x h parenteral an sechs aufeinander folgenden Tagen über jeweils 345 Minuten verabreicht. Blut und Urin wurden stündlich auf ihren Gehalt an Maltose und Glukose untersucht. Bei allen Zufuhr rates schwankt die Blutglukose nur geringfügig um den Nüchternwert. Die Maltosekonzentration im Blut steigt sofort an und erreicht ihr Maximum am Versuchsende mit 230 mg / 100 ml bei der höheren und 140 mg / 100 ml bei der niedrigen Dosierung. Maltose erscheint unmittelbar nach Infusionsbeginn im Urin und nimmt, mit erheblichen individuellen Schwankungen, kontinuierlich zu. Die Ausscheidung von Maltose beträgt über die Versuchszeit im Mittel 30 % bei der höheren und 16 % der zugeführten Menge bei der niedrigen Dosierung. Außerdem tritt eine massive Glukosurie auf, die, mit großen Schwankungen, im Mittel etwa ein Gramm je 30 Minuten erreicht. Die Zuckerausscheidung beträgt in sechs Stunden etwa 36,5 % bzw. 26,5 % der zugeführten Menge an Maltose. Über 24 Stunden ergeben sich Verluste von 45 - 70 % bei der Zufuhr rate von 0,5 g und 32 - 53 % bei der Zufuhr rate von 0,25 g über die Niere. Die Natriumausscheidung über sechs Stunden beträgt etwa 90 bzw. 70 mval, die Ausscheidung von Kalium beläuft sich auf 18 bzw. 12 mEq. Es hat sich gezeigt, daß die hohen renalen Verluste von Maltose und Glukose den Vorteil des doppelten Kalorienangebots bei gleichem osmotischen Druck im Vergleich zu den Monosacchariden weitgehend aufheben. Maltose wird daher kein Vorrang als Energielieferant in der parenteralen Ernährung einzuräumen sein.

Abb. 1 Verhalten von Maltose- (Punkte) und Glukosespiegel (Kreise) im Blut während der Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h. Die Senkrechten stellen die Standardabweichungen dar, M = Maltose, G = Glukose.

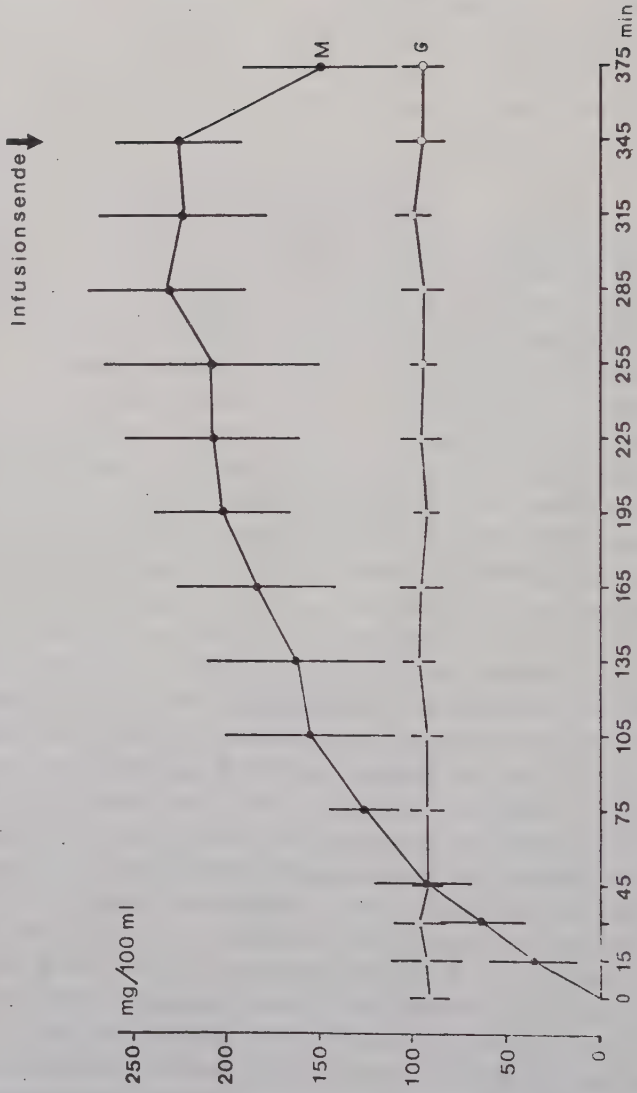


Abb. 2 Verhalten von Maltose- (Punkte) und Glukosespiegel (Kreise) im Blut während der Zufuhr von 0,2 g Maltose / kg x h. Die Senkrechten stellen die Standardabweichungen dar, M = Maltose, G = Glukose.

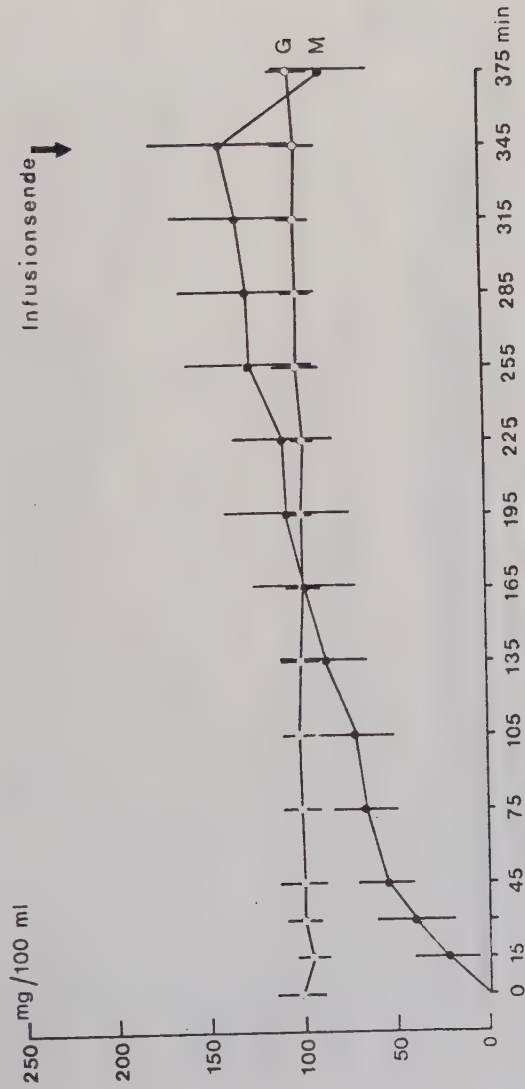


Abb. 3 Maltose- (schraffiert) und Glukoseausscheidung (gepunktet) während intra-venöser Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h (= 18,2 g / 30 Minuten). Die Ausscheidung ist jeweils in Gramm (linke Ordinate) und zusätzlich in Prozent der Zufuhr je halbe Stunde (rechte Ordinate) angegeben.

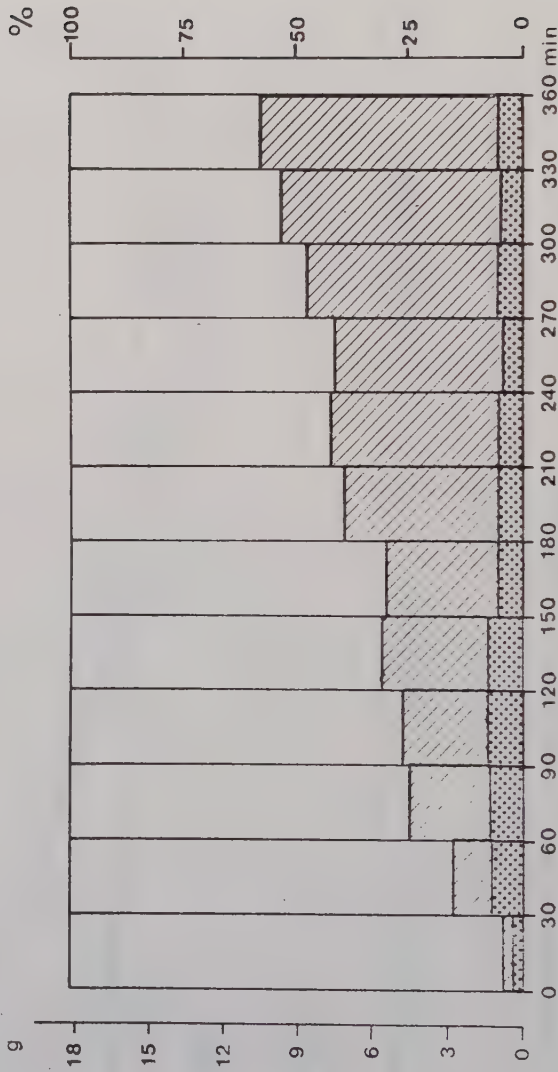


Abb. 4 Maltose- (schraffiert) und Glukoseausscheidung (gepunktet) während intravenöser Zufuhr von 0,2 g Maltose / kg x h (= 7,5 g / 30 Minuten). Die Ausscheidung ist jeweils in Gramm (linke Ordinate) und zusätzlich in Prozent der Zufuhr je halbe Stunde (rechte Ordinate) angegeben.

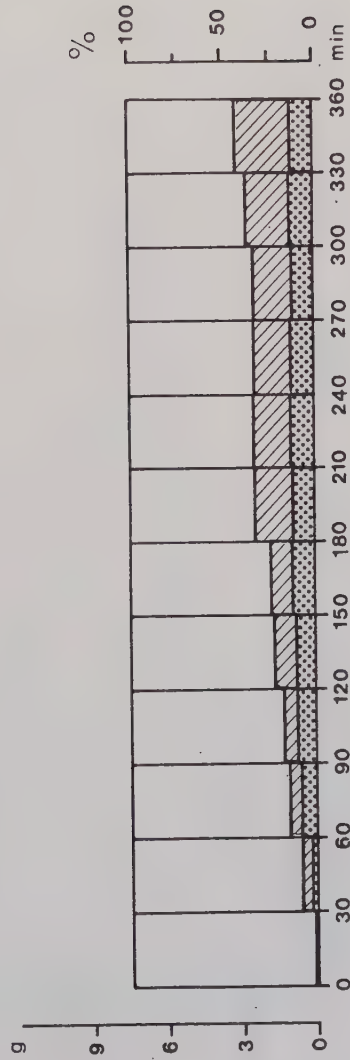


Abb. 5 Maltose- (Punkte) und Glukoseclearance (Kreise) in ml / Minute bei einer Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h. M = Maltose, G = Glukose.

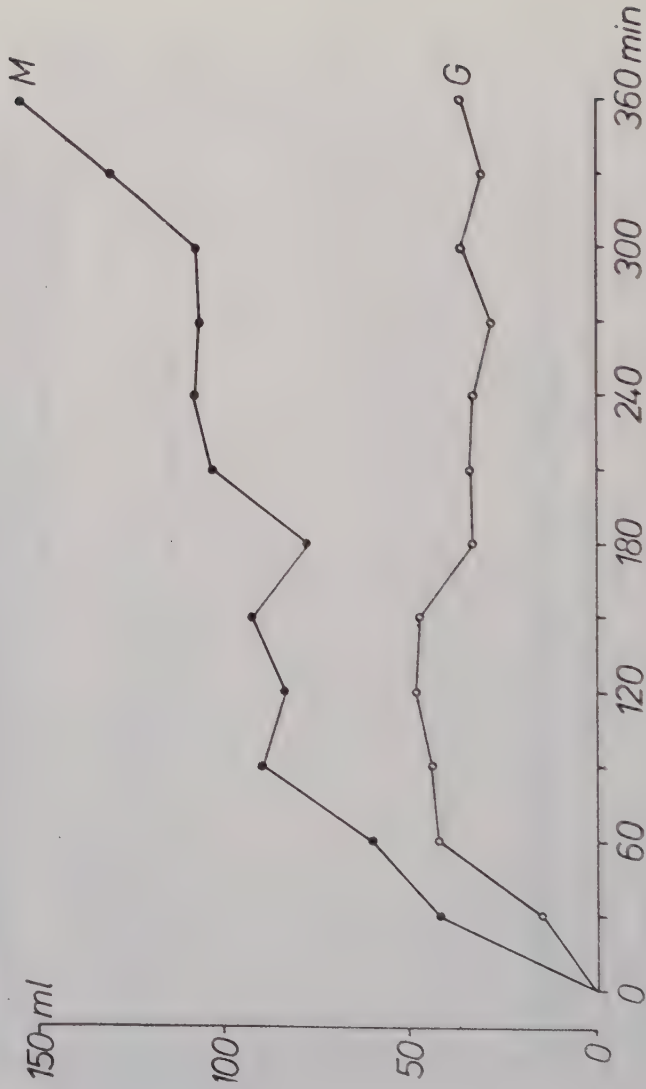


Abb. 6 Maltose- (Punkte) und Glukoseclearance (Kreise) in ml / Minute bei einer Zufuhrate von 0,2 g Maltose / kg x h. M = Maltose, G = Glukose.

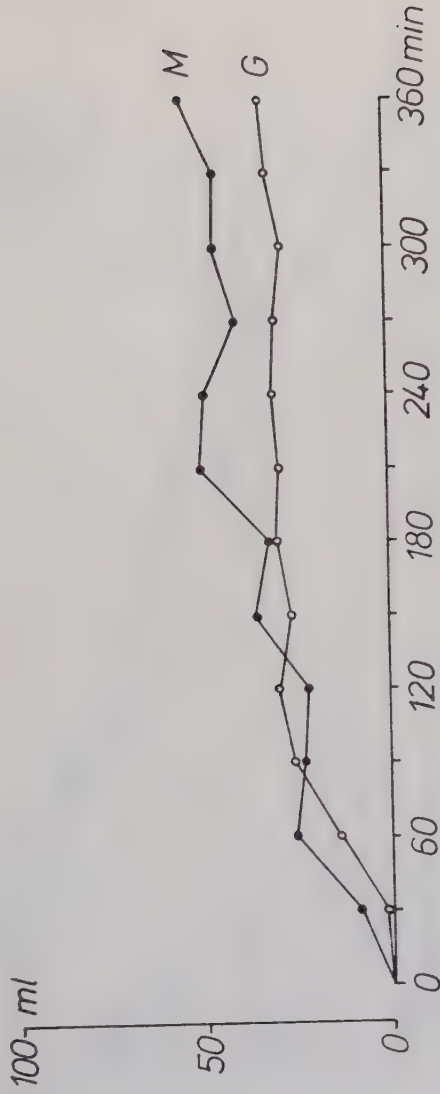


Abb. 7

Maltosekonzentration im Blut einer Versuchsperson bei Verabreichung von 0,5 g Maltose / kg x h jeweils für 345 Minuten an sechs einander folgenden Tagen (in mg / 100 ml).

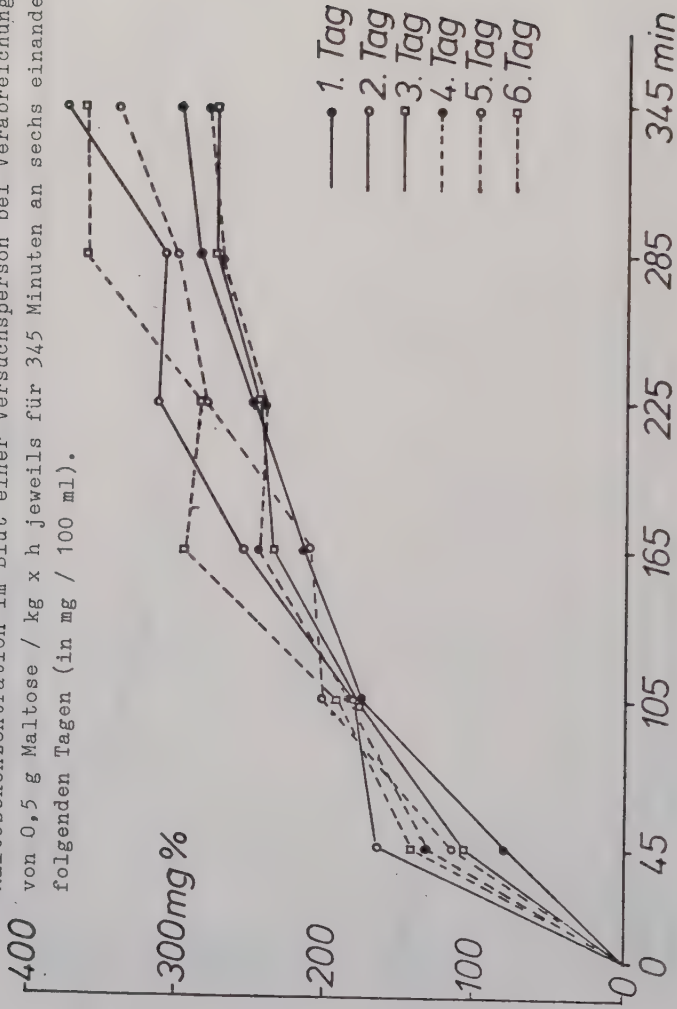


Abb. 8

Maltosekonzentration im Blut einer Versuchsperson bei Verabreichung von 0,25 g Maltose / kg x h jeweils für 345 Minuten an sechs einander folgenden Tagen (in mg / 100 ml).

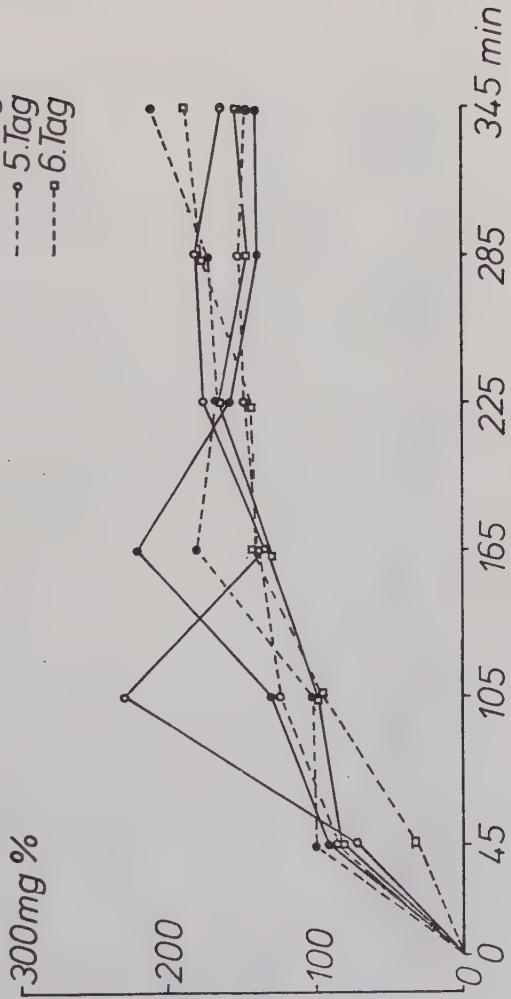


Abb. 9 Ausscheidung von Glukose (schwarz und Maltose (weiß) in Gramm an sechs ein-
ander folgenden Tagen bei einer Versuchsperson während der Zufuhr von 0,5 g
Maltose / kg x h für jeweils 345 Minuten.

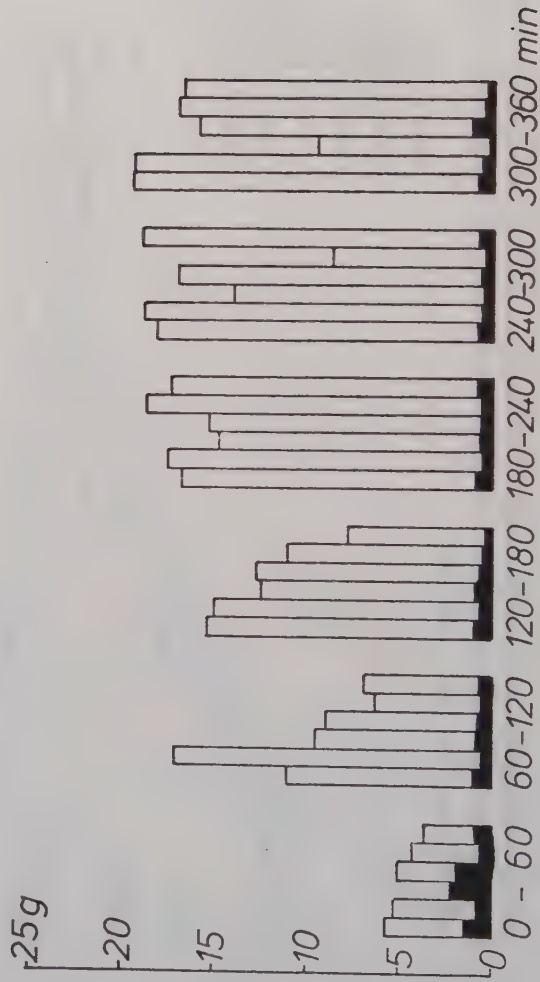


Abb. 10 Ausscheidung von Glukose (schwarz) und Maltose (weiß) in Gramm an sechs einander folgenden Tagen bei einer Versuchsperson während der Zufuhr von 0,25 g Maltose / kg x h für jeweils 345 Minuten.

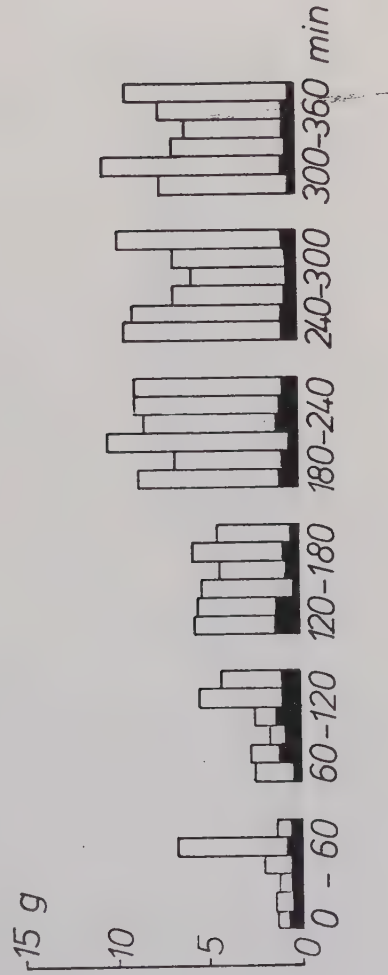


Abb. 11 Ausscheidung von Glukose (schraffiert) und Maltose (weiß) in Prozent der jeweils bis zum Zeitpunkt t infundierten Menge Maltose mit der Zufuhr rate von $0,5 \text{ g / kg x h}$.

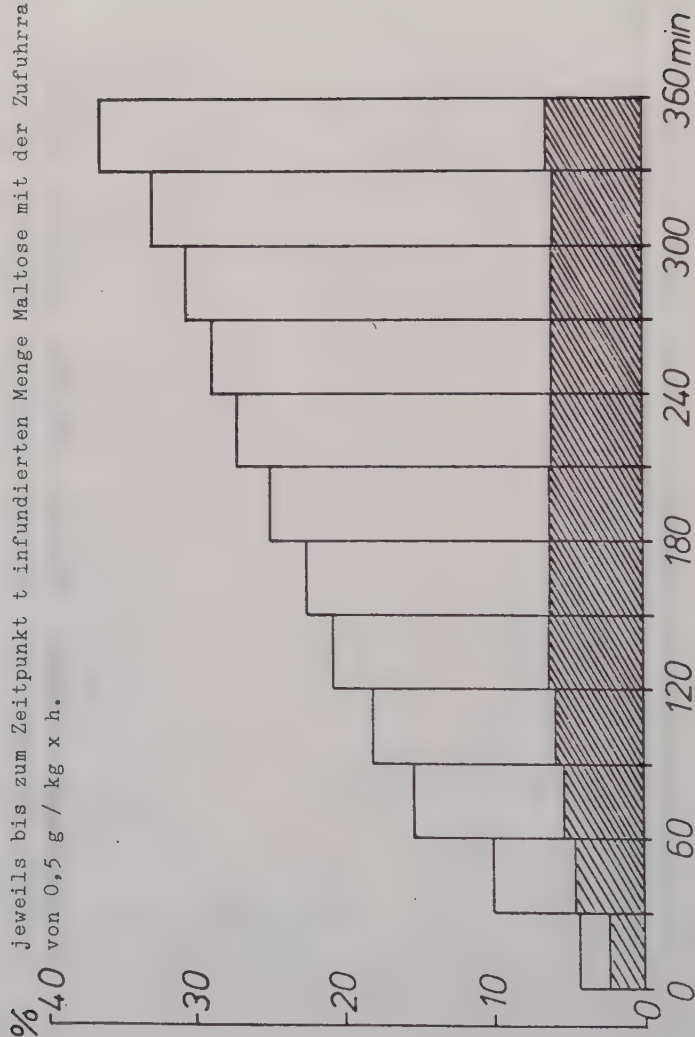


Abb. 12 Ausscheidung von Glukose (schraffiert) und Maltose (weiß) in Prozent der jeweils bis zum Zeitpunkt t infundierten Menge Maltose mit der Zufuhr rate von 0,25 g / kg x h.

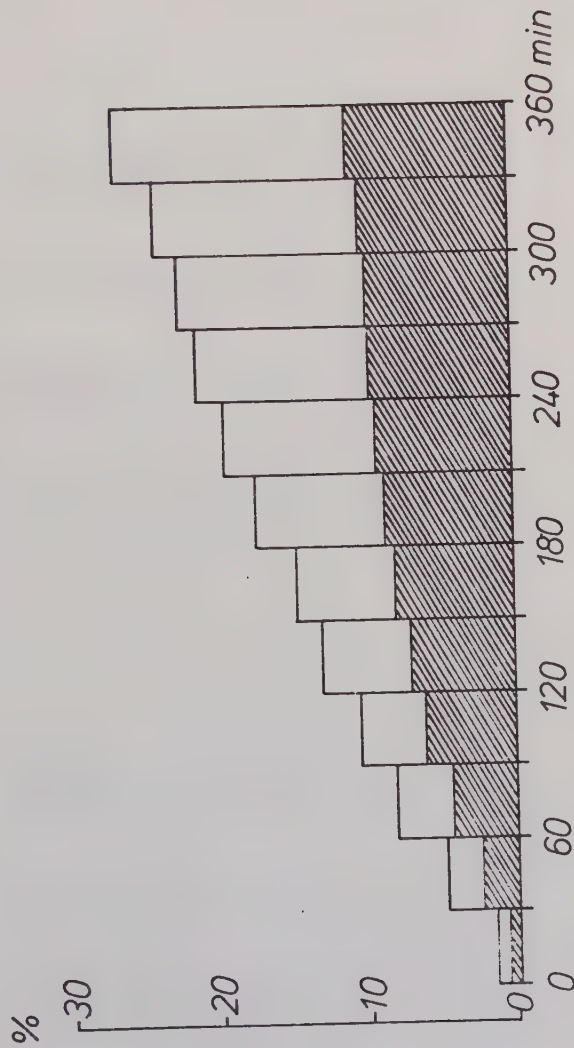


Tabelle I:

Alter, Größe und Gewicht der Versuchspersonen bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h
und 0,2 g Maltose / kg x h; A = Dauerversuch 0,5 g, B = Dauerversuch 0,25 g Maltose / kg x h

0,5 g Maltose					0,2 g Maltose				
Nr.	Name	Alter	Gewicht	Größe	Nr.	Name	Alter	Gewicht	Größe
1	W.S.	26 J	84 kg	174 cm	11	S.W.	23 J	80 kg	185 cm
2	S.W.	23	80	185	12	R.K.	24	63	178
3	R.K.	24	63	178	13	P.B.	22	78	180
4	P.B.	22	79	180	14	M.B.	25	72	184
5	G.W.	27	72	187	15	K.H.	28	71	182
6	M.B.	25	72	184	16	G.W.	27	72	187
7	H.L.	26	64	176	17	E.B.	23	85	185
8	K.H.	28	71	182	18	R.K.	24	74	178
9	L.K.	24	74	178	19	W.S.	26	84	174
10	T.T.	24	70	179	20	F.S.	22	74	185
	$\bar{x}$	24,9	72,9			$\bar{x}$	24,4	75,1	
	$\pm$	1,9	6,7			$\pm$	2,1	6,8	
A	K.B.	30	57	170	B	T.G.	23	72	190

Tabelle II:

Blutglukosespiegel in mg / 100 ml bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h

Nr.	0	15	30	45	75	105	135	165	195	225	255	285	315	345	375 min
1	85,5	82,2	99,4	95,0	89,0	89,0	102,0	79,5	98,5	88,1	96,8	81,1	105,4	100,2	89,9
2	98,5	106,3	106,3	90,7	96,8	86,4	84,7	89,9	81,2	76,0	87,3	83,8	88,1	84,7	73,4
3	69,1	82,9	82,9	77,8	83,8	85,5	87,3	87,3	84,7	80,4	83,8	87,3	89,9	85,5	91,6
4	95,0	86,4	90,7	93,3	101,1	103,7	101,1	101,1	92,5	100,2	99,4	90,7	96,8	83,8	109,7
5	95,9	91,6	95,0	100,2	91,6	104,5	102,8	116,6	98,5	102,0	95,0	97,6	112,3	108,0	104,5
6	108,0	127,9	129,6	102,0	81,2	97,6	99,4	97,6	102,8	108,9	110,6	101,1	108,9	121,0	99,4
7	81,2	83,8	80,4	93,3	89,0	95,0	88,1	103,7	90,7	98,5	90,7	115,8	112,3	105,4	91,6
8	89,0	116,6	100,2	79,5	91,6	84,7	100,2	88,1	93,3	99,4	92,4	92,4	94,2	83,8	91,6
9	93,3	94,2	90,7	92,4	89,9	79,9	93,3	84,7	89,0	101,1	92,4	86,4	99,4	89,0	88,1
10	95,9	82,1	90,7	100,2	112,3	96,8	110,6	107,1	95,0	102,8	95,9	108,9	93,3	95,0	106,3
$\bar{x}$	91,1	93,4	96,6	92,4	92,6	92,3	97,0	95,6	92,6	95,7	94,4	94,5	100,1	95,5	94,6
$\pm s$	10,7	19,0	14,0	8,2	8,9	8,4	8,3	11,6	6,6	10,6	7,3	11,3	9,1	12,8	10,7

Tabelle III:

Blutglukosespiegel in mg / 100 ml bei Zufuhr von 0,2 g Maltose / kg x h

Nr.	0	15	30	45	75	105	135	165	195	225	255	285	315	345	375 min
11	109,7	82,9	86,4	79,5	85,5	102,0	90,7	80,4	101,1	91,6	83,8	86,4	90,7	80,4	85,5
12	112,3	87,3	111,5	115,8	99,4	94,2	108,9	92,4	89,0	96,8	89,9	93,3	89,0	108,0	91,6
13	96,8	99,4	108,9	102,0	94,2	103,7	91,6	96,8	107,1	105,4	98,5	98,5	102,8	95,9	113,2
14	125,3	86,4	89,0	82,1	97,6	88,1	105,4	102,0	103,7	96,8	90,7	104,5	95,9	95,0	111,5
15	94,2	100,2	99,4	91,6	93,3	94,2	88,1	92,4	95,0	92,4	95,0	93,3	92,4	94,2	96,8
16	77,8	93,3	93,3	102,8	98,5	114,9	119,2	98,5	102,8	91,6	124,4	104,5	108,9	102,8	97,6
17	97,6	96,8	92,4	100,2	102,8	102,0	98,5	100,2	102,8	96,8	108,0	108,0	104,5	106,3	110,6
18	103,7	111,5	106,3	99,4	114,9	95,9	95,9	100,2	92,4	96,8	104,5	102,8	114,0	123,6	114,0
19	102,8	92,4	103,7	113,2	108,0	112,3	108,0	113,2	99,4	104,5	107,1	108,0	105,4	107,1	109,7
20	101,1	103,7	105,4	109,7	113,2	108,9	97,6	109,7	99,4	107,1	111,5	108,0	108,9	95,0	107,1
$\bar{x}$	102,1	95,4	99,6	99,6	100,7	101,6	100,4	98,6	99,3	98,0	101,3	100,7	101,3	100,8	103,8
$\pm s$	12,5	8,7	8,8	12,2	9,2	8,7	9,8	9,2	5,6	5,8	12,1	7,5	8,7	11,5	10,1

Tabelle IV:

Blutmaltosespiegel in mg / 100 ml bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h

Nr.	15	30	45	75	105	135	165	195	225	255	285	315	345	375 min
1	81,5	76,6	105,9	143,4	95,3	206,8	224,7	212,6	249,9	288,8	288,7	290,9	276,6	123,3
2	24,7	30,3	31,7	80,8	81,6	90,3	139,3	182,2	168,4	206,1	177,3	205,2	200,8	199,7
3	40,1	77,4	98,1	149,2	173,6	209,1	227,1	242,1	264,6	255,4	257,0	267,4	256,2	174,1
4	52,3	83,7	92,9	149,2	173,2	170,7	223,4	247,6	270,7	254,8	265,2	256,9	270,4	161,9
5	37,5	59,9	118,8	126,6	190,4	184,9	183,2	205,7	160,0	185,8	257,3	148,4	180,1	94,1
6	11,9	47,2	85,8	143,8	143,3	163,2	194,4	198,6	218,0	213,2	237,3	225,1	204,7	182,7
7	13,0	73,4	124,5	117,4	214,9	202,4	208,8	221,3	209,9	236,2	261,5	237,6	232,5	160,3
8	42,3	23,8	93,8	118,1	170,1	182,2	202,4	225,1	225,7	212,0	236,0	246,8	238,1	195,7
9	9,5	88,7	107,1	129,7	203,4	69,3	116,9	128,6	140,4	85,0	194,4	169,6	217,7	137,0
10	54,0	75,3	81,2	105,8	113,8	150,0	125,7	168,1	172,7	146,3	159,5	192,7	194,4	73,9
$\bar{x}$	36,7	63,6	94,0	126,4	156,0	162,9	184,6	203,2	208,1	208,4	233,4	224,1	227,2	150,3
$\pm s$	22,7	22,6	25,8	18,5	45,8	48,0	42,2	36,0	45,9	58,9	42,3	44,9	33,1	42,5

Tabelle V:

Blutmaltosespiegel in mg / 100 ml bei Zufuhr von 0,2 g Maltose / kg x h

Nr.	15	30	45	75	105	135	165	195	225	255	285	315	345	375 min
11	14,9	69,2	65,1	65,7	69,3	122,6	130,2	116,9	126,0	154,7	147,9	175,8	147,3	121,1
12	23,6	34,7	43,3	73,8	60,0	101,0	120,9	113,5	116,8	185,1	198,9	198,7	212,6	91,9
13	10,0	18,0	52,2	55,3	63,4	77,0	63,6	72,9	83,0	117,2	117,2	117,4	124,0	54,3
14	18,1	28,3	58,3	41,4	61,1	80,9	82,0	84,6	91,2	103,4	96,7	130,4	135,5	73,0
15	0,0	18,4	66,3	64,7	42,6	50,4	59,2	63,1	71,9	69,4	69,0	80,5	76,7	57,1
16	15,8	24,2	38,7	57,7	57,0	57,2	83,2	85,5	98,2	94,8	105,2	118,1	121,7	64,9
17	16,6	33,6	41,1	53,6	71,3	74,7	88,0	91,9	106,1	112,5	118,9	124,4	133,3	69,5
18	26,1	39,6	56,8	74,0	111,2	98,4	139,1	135,9	99,8	126,4	115,3	106,8	138,1	89,8
19	44,3	48,5	45,8	69,9	82,8	108,2	109,7	127,1	130,7	134,7	131,7	140,5	130,4	102,4
20	61,2	80,9	87,5	105,5	94,6	107,4	98,1	171,8	164,4	162,5	164,9	133,0	188,8	132,5
$\bar{x}$	23,1	39,5	55,5	66,2	71,3	87,8	97,4	106,3	108,8	126,1	126,6	132,6	140,8	85,7
$\pm s$	17,6	21,1	14,9	17,1	20,0	23,5	27,2	33,1	26,8	34,4	36,7	33,7	37,2	26,7

Tabelle VI:

Ausscheidung von Maltose in g je 30 Minuten bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h

Nr.	-30	-60	-90	-120	-150	-180	-210	-240	-270	-300	-330	-360	gesamt
1	1,30	1,74	2,61	3,55	4,04	6,42	6,54	9,34	10,11	9,97	10,45	10,68	76,75
2	0,05	0,88	2,99	4,38	3,91	2,12	7,36	6,58	4,13	9,26	9,30	9,68	60,64
3	0,48	2,45	4,40	6,31	6,69	7,38	8,13	8,40	9,38	4,52	11,78	12,61	82,53
4	0,22	1,01	6,95	2,80	4,74	5,50	8,77	9,59	10,72	10,56	12,88	12,75	86,49
5	0,11	1,92	3,62	3,15	4,80	5,64	6,65	6,56	7,14	8,78	7,82	5,88	61,99
6	0,25	1,43	3,18	4,08	5,51	6,01	7,44	8,54	7,31	9,30	8,58	7,48	69,11
7	0,37	2,82	3,11	0,57	3,86	3,50	5,71	6,53	5,98	10,18	7,73	12,21	62,57
8	0,33	1,09	2,78	3,44	3,99	4,32	5,95	4,93	6,30	6,30	8,64	5,84	53,91
9	0,28	1,21	3,01	4,30	2,64	2,54	3,41	4,89	3,37	4,55	2,12	10,19	42,51
10	0,11	1,59	1,36	1,81	2,32	1,15	3,22	1,82	2,45	2,56	8,17	8,91	35,47
$\bar{x}$	0,35	1,61	3,40	3,44	4,25	4,46	6,31	6,72	6,69	7,59	8,75	9,62	63,20
$\pm s$	0,36	0,64	1,46	1,55	1,28	2,06	1,84	2,40	2,83	2,86	2,90	2,59	16,42

Tabelle VII:

Glukoseausscheidung in g je 30 Minuten bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h

Nr.	-30	-60	-90	-120	-150	-180	-210	-240	-270	-300	-330	-360	gesamt
1	0,29	1,56	1,45	1,19	2,67	1,25	1,07	0,99	1,14	1,02	1,16	1,37	15,16
2	0,58	2,21	2,31	1,83	3,07	1,55	1,72	1,66	1,11	1,51	1,47	1,73	20,75
3	0,70	0,96	0,80	0,87	0,72	0,70	0,75	0,60	0,56	0,42	0,75	0,72	8,55
4	0,76	1,10	3,15	4,05	1,83	1,61	1,64	1,47	1,41	1,48	1,47	1,30	21,27
5	0,77	1,20	1,76	1,38	1,30	1,22	1,51	1,68	1,22	0,93	1,23	1,06	15,26
6	0,44	1,07	1,25	0,52	0,80	0,32	0,44	0,64	0,45	0,74	0,55	0,60	7,82
7	0,19	1,05	0,57	0,39	0,38	0,37	0,43	0,40	0,26	0,43	0,27	0,31	5,05
8	0,07	0,91	0,38	0,57	0,31	0,54	0,44	0,32	0,25	0,22	0,81	1,01	5,83
9	0,04	0,63	0,12	0,97	0,65	0,57	0,52	0,46	0,55	0,54	0,50	0,94	6,49
10	0,33	1,06	0,51	1,90	1,99	1,27	0,78	0,95	0,85	2,99	0,82	1,06	14,51
$\bar{x}$	0,42	1,18	1,23	1,37	1,37	0,94	0,93	0,92	0,78	1,03	0,90	1,01	12,07
$\pm s$	0,28	0,43	0,96	1,08	0,97	0,49	0,52	0,52	0,42	0,82	0,41	0,41	6,10

Tabelle VIII:

Ausscheidung von Maltose in g je 30 Minuten bei Zufuhr von 0,2 g Maltose / kg x h

Nr.	-30	-60	-90	-120	-150	-180	-210	-240	-270	-300	-330	-360	gesamt
11	0,03	0,00	0,20	0,22	0,50	0,51	1,19	1,54	1,19	1,41	1,34	1,53	9,66
12	0,02	0,00	0,78	1,14	0,95	0,13	2,33	2,77	4,18	3,45	3,00	3,72	22,47
13	0,03	0,11	0,23	0,39	0,96	1,24	1,01	1,67	1,32	1,89	2,34	2,28	13,47
14	0,02	0,11	0,23	0,38	0,77	0,98	0,74	1,03	1,14	1,58	2,27	2,52	11,77
15	0,09	0,78	0,19	0,23	0,93	0,96	2,12	1,87	1,95	1,65	1,37	1,60	13,74
16	0,19	0,83	0,97	0,83	1,41	0,64	1,15	0,58	0,61	1,04	1,18	4,02	13,45
17	0,02	0,37	0,27	0,49	0,41	0,88	1,92	0,86	0,57	0,46	0,98	0,50	7,73
18	0,04	0,07	0,73	0,82	1,19	1,79	2,37	2,49	2,38	2,55	3,37	2,75	20,55
19	0,05	0,32	0,40	0,06	0,63	0,11	0,25	0,73	0,58	0,41	0,51	1,03	5,08
20	0,06	0,41	0,49	0,57	1,07	1,00	1,95	2,02	1,60	1,65	1,91	--	12,73
$\bar{x}$	0,06	0,38	0,45	0,51	0,88	0,82	1,50	1,56	1,55	1,61	1,83	2,22	13,07
$\pm s$	0,05	0,29	0,28	0,33	0,31	0,51	0,73	0,75	1,10	0,91	0,92	1,18	5,28

Tabelle IX:

Ausscheidung von Glukose bei Zufuhr von 0,2 g Maltose / kg x h in g je 30 Minuten

Nr.	-30	-60	-90	-120	-150	-180	-210	-240	-270	-300	-330	-360	gesamt
11	0,05	0,24	1,33	1,09	1,44	1,78	1,59	1,48	1,11	1,57	1,13	1,35	14,16
12	0,12	0,76	1,05	1,67	1,15	1,10	0,91	0,78	0,78	0,74	1,07	0,69	10,82
13	0,01	0,11	0,32	0,61	0,56	0,48	0,72	0,78	0,60	0,51	0,60	0,80	6,10
14	0,01	0,02	0,10	0,31	0,53	0,39	0,40	0,20	0,30	0,31	0,26	0,11	2,94
15	0,06	0,41	0,51	0,67	0,25	0,89	1,08	1,31	1,31	0,41	0,49	0,46	7,85
16	0,02	0,28	0,88	0,83	0,87	1,27	1,23	1,60	1,61	0,85	0,96	1,99	12,39
17	0,03	0,10	0,24	0,51	0,74	0,84	0,67	1,04	1,56	1,65	3,19	1,07	11,64
18	0,09	0,92	1,13	1,06	1,00	1,20	0,90	0,93	0,86	0,52	0,73	0,68	10,02
19	0,01	0,04	0,09	0,18	0,66	0,58	0,57	0,54	0,53	1,49	0,65	1,39	6,73
20	0,05	0,36	0,64	0,77	0,72	0,81	0,76	0,83	0,58	0,64	0,65		6,81
$\bar{x}$	0,05	0,32	0,63	0,77	0,79	0,93	0,88	0,95	0,92	0,87	0,97	0,95	8,75
$\pm s$	0,04	0,30	0,45	0,43	0,34	0,42	0,35	0,43	0,45	0,51	0,82	0,57	3,44

Tabelle X:

Ausscheidung von Maltose und Glukose in g bei 2 Versuchspersonen nach Beendigung der Infusion

a) bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h

Stunden nach Infusion	M.B.		G.W.	
	Gluk.	Malt.	Gluk.	Malt.
0 - 6	1,95	10,98	8,20	16,20
6 - 9	0,12	0,10	0,30	0,40
9 - 20	0,13	0,23	0,30	0,10
20 - 24	0,08	0,06		
	2,28	11,37	8,80	16,70
= % der Zufuhrmenge	1,1	5,5	4,3	8,0

b) bei Zufuhr von 0,2 g Maltose / kg x h

Stunden nach Infusion	K.H.		G.W.	
	Gluk.	Malt.	Gluk.	Malt.
0 - 6	1,48	0,99	2,01	1,43
6 - 9	0,59	0,36	1,02	0,81
9 - 20	0,35	0,12	0,47	0,21
20 - 24	0,16	0,05	0,12	0,00
	2,58	1,52	3,62	2,45
= % der Zufuhrmenge	3,2	1,9	4,4	2,9

Tabelle XI:

Urinausscheidung in ml bei Zufuhr von 0,5 Maltose / kg x h

Nr.	-30	-60	-90	-120	-150	-180	-210	-240	-270	-300	-330	-360	gesamt
1	335	225	95	95	200	315	200	230	260	220	260	260	2885
2	200	260	330	240	190	270	230	200	240	200	240	250	2910
3	200	140	180	160	180	180	180	180	200	220	220	220	2380
4	140	210	200	220	280	280	240	240	230	300	250	210	2840
5	110	270	350	160	170	180	260	270	240	260	190	170	2680
6	120	300	490	250	240	160	250	300	200	360	230	220	3200
7	90	280	240	100	120	140	160	210	220	160	170	150	2100
8	80	380	370	400	280	180	240	210	200	140	230	310	3060
9	60	240	140	380	220	200	210	215	230	190	210	220	2515
10	710	430	340	380	240	190	200	170	170	200	210	200	3610
$\bar{x}$	205	274	274	239	212	210	217	223	219	225	221	221	2818

Tabelle XII:

Urinausscheidung in ml bei Zufuhr von 0,2 g Maltose / kg x h

Nr.	-30	-60	-90	-120	-150	-180	-210	-240	-270	-300	-330	-360	gesamt
11	560	110	190	100	120	150	150	150	80	80	100	90	2030
12	290	340	470	420	150	120	120	120	140	140	140	110	2600
13	30	30	60	70	50	80	120	110	110	100	130	100	1010
14	40	30	40	40	60	50	80	80	90	80	140	110	900
15	500	430	160	100	90	90	70	90	90	100	50	50	1880
16	170	130	150	60	70	60	60	90	90	70	80	100	1330
17	300	110	150	140	100	100	70	90	60	110	120	60	1860
18	400	330	140	110	100	70	70	80	70	110	120	100	1750
19	310	140	75	70	60	35	40	50	40	90	40	50	1085
20	120	100	110	110	200	170	190	180	110	110	120		1520
$\bar{x}$	272	175	155	122	100	92	97	104	88	99	104	86	1597

Tabelle XIII:

Glukose-Clearance in ml / Minute bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h												
Nr.	-30	-60	-90	-120	-150	-180	-210	-240	-270	-300	-330	-360
1	9,8	54,9	54,4	44,5	87,4	52,6	36,1	37,4	39,2	41,7	36,7	45,4
2	18,3	81,4	79,6	70,8	120,8	57,4	70,6	72,6	42,3	60,2	55,7	68,1
3	28,0	41,1	31,9	33,8	27,4	26,8	29,3	24,9	24,7	16,0	27,9	28,0
4	29,4	39,4	103,9	130,0	60,3	52,9	59,2	48,9	47,3	54,4	50,7	51,9
5	28,0	40,0	63,9	42,7	42,1	34,8	51,1	54,8	42,9	31,8	36,4	32,6
6	11,4	35,1	51,2	17,7	26,9	10,9	14,2	19,7	13,4	24,6	16,8	16,4
7	7,6	37,4	21,5	13,7	14,5	11,8	15,9	13,6	9,7	12,5	8,0	9,8
8	2,0	38,0	13,9	22,6	10,4	20,6	15,7	10,6	9,2	8,0	28,5	40,5
9	1,3	22,7	4,5	40,4	23,1	22,6	19,4	15,2	19,8	21,0	16,8	35,2
10	13,5	35,3	15,3	65,6	59,9	39,5	27,4	30,7	29,6	91,6	29,3	37,2
$\bar{x}$	14,9	42,5	44,0	48,2	47,3	33,0	33,9	32,8	27,8	36,2	30,7	36,5

Tabelle XIV:

Glukose-Clearance in ml / Minute bei Zufuhr von 0,2 g Maltose / kg x h												
Nr.	-30	-60	-90	-120	-150	-180	-210	-240	-270	-300	-330	-360
11	2,0	9,9	51,9	35,6	53,0	73,8	52,4	53,9	44,3	60,4	41,5	55,8
12	1,2	50,4	85,8	112,0	37,2	23,2	23,6	24,3	25,0	17,1	26,8	21,1
13	0,4	3,7	11,5	19,7	20,3	16,7	22,3	24,6	20,4	17,2	19,5	27,7
14	0,2	1,0	3,3	11,8	16,9	12,8	12,9	6,8	11,1	9,8	8,9	4,0
15	2,0	14,9	18,2	23,7	9,5	32,0	37,9	46,0	46,0	14,8	33,5	33,5
16	0,8	9,1	29,9	23,7	23,7	40,6	40,6	43,0	43,0	27,8	27,8	64,5
17	0,9	3,2	7,7	16,8	25,1	28,1	21,9	38,2	48,2	50,8	101,8	33,4
18	2,6	30,8	32,7	36,8	34,9	40,0	32,4	32,4	27,5	16,7	21,8	18,5
19	0,4	1,3	2,8	5,3	20,5	17,1	19,2	17,3	16,4	46,0	20,5	43,1
20	13,9	13,9	13,9	13,9	23,3	23,3	24,7	24,7	19,1	19,1	19,1	
$\bar{x}$	1,2	13,8	25,8	29,9	26,4	30,8	28,8	31,1	30,1	28,0	32,1	22,5

Tabelle XV:

Maltose-Clearance in ml / Minute bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h													
Nr.	-30	-60	-90	-120	-150	-180	-210	-240	-270	-300	-330	-360	
1	53,3	54,9	60,7	124,2	65,2	95,3	102,5	124,6	116,7	115,1	119,7	128,7	
2	6,4	92,7	123,3	179,1	144,5	50,7	134,7	130,3	66,8	174,0	151,0	160,8	
3	39,5	83,3	98,4	121,1	106,6	108,3	111,9	105,8	122,4	58,6	146,8	164,1	
4	14,0	36,4	155,2	53,9	92,5	82,0	118,1	118,0	140,2	132,7	167,1	157,2	
5	9,6	53,7	95,3	55,2	86,5	102,6	107,8	136,7	128,1	112,7	175,6	108,8	
6	69,6	55,6	73,7	95,0	112,5	103,0	124,9	130,6	114,3	130,6	127,1	121,7	
7	94,9	79,8	88,3	8,8	63,6	55,9	86,0	103,8	84,8	129,7	108,4	175,1	
8	26,0	38,7	78,5	67,5	73,0	71,2	88,1	72,8	99,1	89,0	116,7	220,6	
9	98,4	37,8	73,7	70,5	127,0	72,3	88,4	115,7	132,1	78,0	41,8	156,1	
10	6,9	65,3	42,9	52,9	51,5	30,4	63,8	35,2	55,8	53,6	143,3	152,8	
$\bar{x}$	41,9	59,8	89,0	82,8	92,3	77,2	102,6	107,4	106,0	107,4	129,8	154,6	

Tabelle XVI:

Maltose-Clearance in ml / Minute bei Zufuhr von 0,2 g Maltose / kg x h												
Nr.	-30	-60	-90	-120	-150	-180	-210	-240	-270	-300	-330	-360
11	6,6		10,1	10,5	13,5	13,0	33,9	40,7	18,7	31,8	25,5	34,7
12	2,5		35,2	63,3	31,4	3,7	68,4	79,1	75,3	57,8	50,4	58,3
13	9,7	6,8	13,6	20,5	41,5	65,2	46,0	67,0	37,5	53,7	66,3	61,3
14	2,8	6,5	18,5	20,7	31,7	39,9	29,3	37,8	36,8	54,6	58,1	61,9
15		39,2	9,9	17,7	61,3	54,3	112,2		91,7	79,5		64,5
16	39,8	71,9	56,2		65,2		34,9		21,0		31,3	110,0
17	4,0	30,3	16,9	22,7	18,5	33,1	69,6	31,3	13,0	13,0	26,1	12,5
18	5,0	4,3	32,8	24,6	40,4	42,8	58,2	83,1	62,9	73,7	105,2	66,3
19	3,7	23,1	19,2	2,5	19,4	3,4	6,5	18,7	14,3	10,3	12,0	26,4
20				13,4		35,1		40,2			43,1	
$\bar{x}$	9,3	26,0	23,6	21,8	35,9	32,3	51,0	49,8	41,2	46,8	46,4	55,1

Tabelle XVII:

Kreatinin-Clearance in ml / Minute bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h												
Nr.	-30	-60	-90	-120	-150	-180	-210	-240	-270	-300	-330	-360
1	90,2	80,3	49,4	44,9	115,6	78,8	96,0	102,7	108,8	83,3	63,0	119,6
2	86,7	80,9	79,2	46,4	59,8	47,5	67,6	84,7	41,8	49,3	66,3	92,7
3	86,7	103,3	131,0	87,7	145,2	71,3	61,6	47,5	53,3	68,7	71,7	100,6
4	72,8	109,2	107,4	52,1	98,0	94,3	66,4	62,4	85,2	73,6	89,8	105,0
5	53,5	75,6	56,2	49,1	104,4	78,7	77,0	70,4	54,7	84,7	70,9	96,3
6	56,0	79,1	86,1	37,9	77,7	64,0	81,8	64,6	69,1	56,7	72,1	114,2
7	46,8	95,0	58,7	47,3	78,0	70,5	88,7	99,8	92,9	62,9	79,9	95,0
8	41,3	148,8	87,7	175,2	164,9	108,9	137,1	106,0	61,5	87,3	145,7	343,6
9	39,0	124,8	49,9	201,3	123,0	112,5	94,9	74,3	55,4	57,8	84,0	68,9
10	165,7	81,7	79,3	87,5	128,0	52,1	83,0	60,1	38,6	108,3	81,5	123,8
$\bar{x}$	73,9	97,9	78,5	82,9	109,5	77,9	85,4	77,3	66,1	73,3	82,5	126,0

Tabelle XVIII:

Kreatinin-Clearance in ml / Minute bei Zufuhr von 0,2 g Maltose / kg x h												
Nr.	-30	-60	-90	-120	-150	-180	-210	-240	-270	-300	-330	-360
11	21,4	52,0	98,8	52,0	89,1	78,0	86,7	78,0	42,1	30,8	60,8	66,9
12	93,0	53,8	67,9	94,5	56,7	47,0	43,6	63,4	65,3	49,5	63,0	77,0
13	17,3	26,0	39,0	40,4	37,1	46,2	52,0	42,9	36,4	29,2	32,3	34,2
14	17,3	13,0	17,3	18,9	39,0	21,7	37,8	31,6	27,5	30,7	32,3	52,4
15	113,3	56,0	27,9	30,3	64,8	25,8	23,1	34,0	41,0		21,0	42,8
16	50,1	21,0	26,1		20,8		15,0		21,7			30,3
17	70,9	26,8	29,0	44,5	40,0	20,0	30,1	37,2	23,5	38,5	54,7	23,4
18	80,0	31,4	16,3	63,1	52,0	45,5	45,5	37,8	45,5	63,6	78,0	36,7
19	171,1	26,6	32,5	33,1	26,0	18,2	17,3	21,7	17,3	36,0	16,0	23,6
20				57,2		71,4		59,2			23,6	
$\bar{x}$	70,5	34,1	39,4	48,2	47,3	41,5	39,0	46,5	34,8	39,9	42,4	43,0

Tabelle XIX:

Kalium-Ausscheidung in meq bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h													
Nr.	-30	-60	-90	-120	-150	-180	-210	-240	-270	-300	-330	-360	gesamt
1	3,4	1,8	1,0	1,0	2,1	1,5	2,0	2,3	2,2	2,1	0,9	1,7	22,0
2	2,1	1,6	2,1	1,2	1,3	1,1	1,8	2,0	1,1	1,0	0,8	1,2	17,3
3	2,1	1,5	1,7	1,7	1,7	1,4	1,4	1,1	1,3	1,3	1,1	1,1	17,4
4	1,5	2,2	2,0	1,0	1,8	1,8	1,2	1,0	1,0	1,0	0,8	0,6	15,9
5	1,1	1,6	1,2	1,0	1,7	1,8	2,1	2,1	1,7	1,9	1,8	1,4	19,4
6	1,2	1,5	1,7	0,8	1,0	1,3	1,6	1,5	1,5	0,9	1,4	1,4	15,8
7	0,9	0,7	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,6	0,8	0,8	0,8	9,3
8	0,8	2,4	2,0	4,0	2,9	1,9	2,4	1,6	1,5	1,0	1,8	1,9	24,2
9	0,6	2,1	1,5	4,0	2,3	2,0	1,7	1,3	1,5	1,2	1,9		20,1
10	3,8	1,7	1,7	2,2	2,4	1,7	1,6	1,3	1,3	1,4			19,1
$\bar{x}$	1,8	1,7	1,6	1,8	1,8	1,5	1,7	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	18,1

Tabelle XX:

Kalium-Ausscheidung in meq bei Zufuhr von 0,2 g Maltose / kg x h

Nr.	-30	-60	-90	-120	-150	-180	-210	-240	-270	-300	-330	-360	gesamt
11	5,8	1,1	2,0	1,0	1,2	1,5	1,2	0,7	0,7	0,2	0,9	0,7	17,0
12	1,4	1,7	2,7	3,3	1,4	1,2	1,0	1,2	1,5	1,5	1,5	1,1	19,5
13	0,3	0,3	0,6	0,7	0,5	0,8	1,2	1,1	0,9	0,6	0,6	0,6	8,2
14	0,4	0,3	0,4	0,4	0,6	0,5	0,8	0,8	0,4	0,8	0,9	1,1	7,4
15	2,0	0,7	0,2	0,2	0,9	0,9	0,7		1,9	1,0		1,0	9,5
16	1,8	1,4	1,6		1,4		1,2		1,9		1,6	1,0	11,9
17	3,0	1,0	1,5	1,5	1,0	1,0	0,7	0,9	0,6	0,9	1,1	0,5	13,7
18	1,6	1,2	1,3	1,1	1,0	0,7	0,7	0,8	0,7	1,1	0,7	0,8	11,7
19	3,2	1,5	0,8	0,7	0,6	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	9,9
20				4,6		3,8		3,7			3,5		15,6
$\bar{x}$	2,2	1,0	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	0,9	1,0	0,8	1,0	0,8	12,4

Tabelle XXI:

Natrium-Verluste in meq bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h

Nr.	-30	-60	-90	-120	-150	-180	-210	-240	-270	-300	-330	-360	gesamt
1	4,4	2,5	2,9	3,1	5,2	3,5	6,0	6,4	6,8	7,7	3,9	7,8	60,2
2	11,4	4,9	6,3	4,3	5,7	5,1	9,4	11,0	6,0	5,2	4,3	7,5	81,1
3	5,2	3,8	5,2	7,5	7,2	8,1	9,4	7,9	10,4	11,7	9,7	9,7	95,8
4	7,7	12,2	9,6	5,5	12,0	15,1	10,3	9,6	13,1	14,4	13,0	10,7	133,2
5	2,0	2,4	3,5	4,2	7,0	7,2	10,7	11,9	11,0	13,3	12,2	8,7	94,1
6	5,0	4,8	7,4	4,8	6,2	10,1	11,3	11,7	11,6	6,8	11,7	10,8	102,2
7	2,9	3,6	4,8	6,0	6,1	7,0	6,4	7,6	5,1	7,4	7,8	7,8	72,5
8	1,1	2,7	3,0	8,8	7,6	6,5	7,0	5,3	6,4	4,2	7,6	9,0	69,2
9	2,7	2,9	2,7	12,2	9,0	7,8	8,0	7,5	8,7	7,6	9,5		78,6
10	11,4	9,0	13,6	17,1	19,4	11,4	11,8	11,4	11,9	12,2			129,2
$\bar{x}$	5,4	4,9	5,9	7,4	8,5	8,2	9,0	9,0	9,1	9,1	8,9	9,0	91,6

Tabelle XXII:

Natrium-Verlust in meq bei Zufuhr von 0,2 g Maltose / kg x h													
Nr.	-30	-60	-90	-120	-150	-180	-210	-240	-270	-300	-330	-360	gesamt
11	16,8	4,1	8,0	5,7	5,9	8,9	7,5	5,0	5,6	1,9	6,1	5,2	80,7
12	2,3	3,1	4,7	6,7	3,9	5,9	4,7	8,2	9,4	9,9	10,6	10,1	79,5
13	1,4	1,5	2,2	2,0	2,5	3,1	3,2	4,0	3,4	3,1	3,6	4,0	34,0
14	6,5	4,1	4,9	4,0	4,6	4,0	4,9	5,4	10,3	6,2	7,8	7,7	70,4
15	6,5	10,8	3,4	2,5	3,6	7,9	3,0		13,9	6,7		7,1	65,4
16	5,8	4,9	8,3		12,0		7,9		11,3		9,0	6,3	65,5
17	10,2	5,7	8,6	12,0	10,7	9,6	9,2	8,2	6,6	8,1	10,7	4,4	104,0
18	6,0	4,0	4,8	7,1	4,8	7,3	5,3	5,1	6,2	8,3	5,3	7,2	71,4
19	9,3	3,2	3,4	3,2	2,9	2,9	3,0	3,9	2,6	1,4	2,6	3,1	41,5
20				20,2		10,4		13,7			19,7		64,0
$\bar{x}$	7,2	4,6	5,4	7,0	5,7	6,7	5,4	6,7	7,7	5,7	8,4	6,1	67,6

Tabelle XXIII:

Ausscheidung von Kalzium in mg je 30 Minuten bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h														
Nr.	-30	-60	-90	-120	-150	-180	-210	-240	-270	-300	-330	-360	gesamt	
1	4,4	3,6	4,4	3,8	4,6	3,2	5,0	3,9	3,1	3,5	2,3	4,4	46,2	
2	9,2	4,7	6,3	3,6	4,0	2,7	5,1	6,0	3,6	2,8	1,7	4,0	53,7	
3	5,0	3,8	4,0	4,0	3,4	3,8	3,8	3,1	3,4	4,8	3,7	4,0	46,8	
4	7,3	12,8	10,4	5,3	9,0	11,2	7,2	6,2	7,8	7,8	9,5	7,6	95,1	
5	1,5	1,9	2,5	4,0	5,1	4,5	5,5	6,2	6,0	7,0	6,3	3,9	54,4	
6	3,5	4,2	4,4	2,8	4,3	6,7	6,8	6,6	6,8	2,9	6,4	5,3	60,7	
7	5,2	4,2	4,3	6,3	5,4	5,3	4,3	4,8	3,3	4,5	4,9	5,0	57,5	
8	1,4	3,0	3,7	9,6	9,2	8,1	7,4	5,7	6,4	4,3	9,0	10,9	78,7	
9	2,0	1,4	2,2	7,6	5,7	4,2	4,8	5,4	5,3	3,6	6,3	6,8	55,3	
10	6,4	4,3	5,8	6,1	8,6	4,9	4,2	3,6	4,8	4,8	4,4	4,8	62,7	
$\bar{x}$	4,6	4,4	4,8	5,3	5,9	5,7	5,4	5,2	5,1	4,6	5,9	5,7	61,1	

Tabelle XXIV:

Ausscheidung von Kalzium in mg je 30 Minuten bei Zufuhr von 0,2 g Maltose / kg x h

Nr.	-30	-60	-90	-120	-150	-180	-210	-240	-270	-300	-330	-360	gesamt
11	20,7	7,0	13,9	8,3	7,4	9,8	7,2	8,4	5,6	1,7	5,7	4,3	100,0
12	3,2	4,1	7,1	10,5	6,3	6,7	4,2	5,9	5,9	5,7	5,0	5,1	69,7
13	4,7	4,7	7,3	5,3	5,3	5,0	4,4	4,5	3,6	3,4	3,4	3,6	55,2
14	4,3	3,3	3,4	2,9	3,5	4,7	3,9	2,6	4,2	4,2	2,2	4,2	43,4
15	3,0	4,3	4,3	4,3	3,6	5,0	1,8		8,3	4,4		6,5	45,5
16	1,4	1,3	3,0		4,4		3,4		4,9		3,3	2,7	24,4
17	6,0	3,5	5,6	7,0	6,0	5,2	5,5	4,2	3,5	3,5	6,0	2,5	58,5
18	6,4	5,9	7,0	7,9	6,0	9,5	6,2	5,7	6,6	6,4	3,7	6,3	77,6
19	5,3	3,4	5,3	4,3	4,4	4,7	4,1	5,1	3,5	1,9	4,2	4,6	50,8
20				49,3		15,2		20,4			24,5		109,4
$\bar{x}$	6,1	4,2	6,3	6,3	5,2	6,3	4,5	5,2	5,1	3,9	4,2	4,4	63,5

Tabelle XXV:

Ausscheidung von Harnstoff in mg je 30 Minuten bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h

Nr.	-30	-60	-90	-120	-150	-180	-210	-240	-270	-300	-330	-360	gesamt
1	348	234	99	99	208	208	208	239	268	229	161	270	2571
2	208	179	224	163	150	127	186	202	113	110	98	168	1928
3	208	146	169	166	162	151	162	130	152	178	141	156	1921
4	146	218	208	143	255	288	190	175	225	249	233	200	2530
5	114	184	161	152	177	185	242	240	194	234	198	165	2246
6	125	312	417	190	242	166	260	312	208	187	239	229	2887
7	94	291	250	104	125	146	166	218	205	166	177	156	2098
8	83	369	281	416	291	187	250	216	208	146	239	322	3008
9	62	125	95	372	207	162	158	146	177	127	168	176	1975
10	532	292	320	353	250	198	208	177	177	208	218	208	3141
$\bar{x}$	192	235	222	216	207	182	203	206	193	183	187	205	2431

Tabelle XXVI:

Ausscheidung von Harnstoff in mg je 30 Minuten bei Zufuhr von 0,2 g Maltose / kg x h														
Nr.	-30	-60	-90	-120	-150	-180	-210	-240	-270	-300	-330	-360	gesamt	
11	582	114	198	104	125	156	156	156	83	83	104	94	1955	
12	128	109	259	340	155	125	121	125	146	146	146	114	1914	
13	31	31	62	73	52	83	125	114	114	104	135	104	1028	
14	42	31	42	42	62	52	83	83	94	83	146	114	874	
15	285	262	166	104	94	94	67	94	94	104	52	52	1468	
16	177	135	156	62	73	62	62	94	94	73	83	104	1175	
17	312	114	156	146	104	104	73	94	62	114	125	62	1466	
18	256	172	146	114	104	73	73	83	73	114	124	104	1436	
19	322	146	78	73	62	36	42	52	42	94	42	52	1041	
20	104	125	114	114	187	198	187	198	114	114	125	125	1705	
$\bar{x}$	224	124	138	117	102	98	99	109	92	103	108	93	1406	

Tabelle XXVII:

Wasserbilanzen bei Zufuhr von Maltose

a) bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h

Nr.	Infusion	Wasser oral	Gesamtzufuhr	Ausscheidung
1	2480 ml	1000 ml	3480 ml	2885 ml
2	2300	1000	3300	2910
3	1850	1000	2850	2380
4	2270	1000	3270	2840
5	2070	1000	3070	2680
6	2070	1000	3070	3200
7	1840	1000	2840	2100
8	2041	1000	3041	3060
9	2127	1000	3127	2515
10	2012	1000	3012	3610
$\bar{x}$	2106	1000	3106	2818

b) bei Zufuhr von 0,2 g Maltose / kg x h

11	920	1000	1920	2030
12	725	1000	1725	2600
13	897	1000	1897	1010
14	828	1000	1828	900
15	816	1000	1816	1880
16	828	1000	1828	1330
17	977	1000	1977	1860
18	851	1000	1851	1750
19	966	1000	1966	1085
20	851	1000	1851	1520
$\bar{x}$	866	1000	1866	1597

Tabelle XXVIII:

Blutmaltosespiegel in mg / 100 ml bei Zufuhr von Maltose an sechs aufeinander folgenden Tagen

a) bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h

Nr.	0	45	105	165	225	285	345 min
A ₁	0,0	78,5	175,7	215,7	248,3	284,6	300,9
A ₂	0,0	164,5	181,6	258,3	316,4	310,7	277,7
A ₃	0,0	106,1	180,5	236,6	248,0	276,3	275,5
A ₄	0,0	130,3	186,9	247,5	243,8	274,7	281,4
A ₅	0,0	114,2	202,5	211,7	283,5	302,4	343,1
A ₆	0,0	141,0	195,0	297,1	285,6	364,4	365,0
$\bar{x}$	0,0	122,4	187,0	244,5	270,9	302,2	323,9

b) bei Zufuhr von 0,25 g Maltose / kg x h

B ₁	0,0	91,6	129,8	220,1	157,0	137,3	139,7
B ₂	0,0	71,9	239,3	133,8	174,9	179,6	161,1
B ₃	0,0	83,3	97,4	134,4	166,3	145,4	152,2
B ₄	0,0	98,6	101,7	180,3	165,4	172,4	210,0
B ₅	0,0	84,8	123,4	137,3	147,9	150,0	146,8
B ₆	0,0	31,9	95,5	138,6	143,1	176,2	185,9
$\bar{x}$	0,0	77,0	131,2	157,4	159,1	160,2	166,0

Tabelle XXIX:

Blutglukosespiegel in mg / 100 ml bei Zufuhr von Maltose an sechs aufeinander folgenden Tagen

a) bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h

Nr.	0	45	105	165	225	285	345 min
A ₁	95,4	94,5	86,4	91,3	92,9	90,5	91,3
A ₂	92,1	91,3	91,3	82,3	92,9	101,1	79,9
A ₃	94,5	103,5	97,0	87,2	86,4	106,0	97,8
A ₄	88,0	93,7	97,0	84,8	95,4	89,7	87,2
A ₅	85,6	90,5	87,2	79,9	87,2	89,7	78,2
A ₆	89,5	93,7	101,9	86,4	96,2	87,2	88,8
$\bar{x}$	90,9	94,5	93,5	85,3	91,8	94,0	87,2

b) bei Zufuhr von 0,25 g Maltose / kg x h

B ₁	95,4	89,7	83,1	79,9	79,1	95,4	83,9
B ₂	88,0	88,0	79,9	85,6	78,2	82,3	90,5
B ₃	85,6	87,2	79,1	78,2	87,2	82,3	95,4
B ₄	91,3	82,3	97,0	81,5	99,4	107,6	110,8
B ₅	99,4	85,6	83,1	86,4	86,4	95,4	92,1
B ₆	81,5	107,6	85,6	96,2	102,7	88,0	82,3
$\bar{x}$	90,2	90,1	84,6	84,6	88,8	91,8	92,5

Tabelle XXX:

Ausscheidung von Maltose und Glukose in g je Stunde bei Zufuhr von 0,5 g Maltose / kg x h an sechs aufeinander folgenden Tagen, sowie nach Beendigung der Infusion über 18 Stunden

a) Maltoseausscheidung

Nr.	-60	-120	-180	-240	-300	-360	Summe	nach Infusion	gesamt
A ₁	4,20	9,97	14,27	15,88	17,36	18,56	80,24	21,77	102,01
A ₂	4,28	15,58	14,28	16,91	18,04	18,83	87,92	22,47	110,39
A ₃	0,06	8,61	11,55	14,18	13,43	9,06	56,89	10,37	67,26
A ₄	3,13	8,13	12,00	14,60	16,32	14,54	68,72	16,86	85,58
A ₅	3,59	5,67	10,44	17,90	8,14	16,51	62,25	17,34	79,59
A ₆	2,69	6,20	7,34	16,57	18,22	16,33	67,35	19,05	86,40

b) Glukoseausscheidung

A ₁	1,42	0,98	1,00	0,84	0,76	0,79	5,79	0,83	6,62
A ₂	0,95	0,43	0,61	0,54	0,63	0,56	3,72	1,17	4,89
A ₃	1,97	0,68	0,88	0,49	0,44	0,24	4,70	1,79	6,49
A ₄	1,88	0,66	0,72	0,61	0,62	1,25	5,74	1,73	7,47
A ₅	0,56	0,51	0,57	0,62	0,41	0,41	3,08	1,84	4,92
A ₆	0,84	0,65	0,38	0,67	0,67	0,33	3,53	0,98	4,51

Tabelle XXXI:

Ausscheidung von Maltose und Glukose in g je Stunde bei Zufuhr von 0,25 g Maltose / kg x h an sechs aufeinander folgenden Tagen, sowie nach Beendigung der Infusion über 18 Stunden

a) Maltoseausscheidung

Nr.	-60	-120	-180	-240	-300	-360	Summe	nach Infusion	gesamt
B ₁	0,58	2,20	4,30	7,60	8,63	7,01	30,32	1,51	31,83
B ₂	0,92	1,59	4,16	5,79	8,05	9,78	30,29	1,76	32,05
B ₃	0,61	0,73	5,03	9,78	6,08	6,21	28,44	2,01	30,45
B ₄	1,33	1,20	3,55	7,19	5,14	5,38	23,79	3,73	27,52
B ₅	5,95	4,57	4,96	7,87	6,08	6,64	36,07	11,95	48,02
B ₆	0,74	3,36	3,97	7,94	8,90	9,01	33,94	11,67	45,61

b) Glukoseausscheidung

B ₁	0,65	0,32	1,42	1,07	0,81	0,39	4,66	1,42	6,08
B ₂	0,46	1,18	1,28	0,93	0,90	0,77	5,52	0,46	5,98
B ₃	0,58	0,86	0,30	0,55	0,60	0,47	3,36	3,75	7,11
B ₄	0,64	1,28	0,78	1,11	0,54	0,65	5,00	1,04	6,04
B ₅	0,77	0,95	0,88	0,96	0,62	0,67	4,85	2,34	7,19
B ₆	0,60	0,95	0,44	0,85	0,82	0,21	3,87	1,62	5,49

Tabelle XXXII:

Ausscheidung von Maltose und Glukose in Prozent der Zufuhrmenge an Maltose bei je einer Versuchsperson an sechs aufeinander folgenden Tagen

	a) bei 0,5 g / kg x h						b) bei 0,25 g / kg x h					
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆
Maltose während Infus.	48,9	53,6	34,7	41,9	38,0	41,1	29,3	29,3	27,5	23,0	34,9	32,8
Maltose nach Infusion	13,3	13,7	6,3	10,3	10,6	11,6	1,5	1,7	2,0	3,6	11,5	11,3
Glukose während Infus.	3,5	2,3	2,9	3,5	1,9	2,2	4,5	5,3	3,2	4,8	4,7	3,7
Glukose nach Infusion	0,5	0,7	1,1	1,1	1,1	0,6	1,4	0,4	3,6	1,0	2,3	1,6
Gesamtzucker während I.	52,4	55,9	37,6	45,4	39,9	43,3	33,8	34,6	30,7	27,8	39,6	36,5
Gesamtzucker nach Inf.	13,8	14,4	7,4	11,4	11,7	12,2	2,9	2,1	5,6	4,6	13,8	12,9
Gesamtausscheidung in 24 Stunden	66,2	70,3	45,0	56,8	51,6	55,5	36,7	36,7	36,3	32,4	53,4	49,4

L I T E R A T U R

1. ASHBY, M. M., HEATH, D. F., and STONER, H. B.:
A quantitative study of carbohydrate metabolism in the normal and injured rat.
J. Physiol. 179:193 (1965).
2. BÄSSLER, K. H.:
Funktion der Kohlenhydrate in der Ernährung. Aus: LANG, FEKL and BERG: Balanced nutrition and therapy. (Thieme, Stuttgart 1970).
3. BERG, G., MATZKIES, F.:
Wirkung von Maltose nach intravenöser Dauerinfusion auf den Stoffwechsel.
Z. Ernährungswiss. 15: 255 - 262 (1976).
4. BERGMAYER, H. U., BERNT, E., SCHMIDT, F., und STORK, H.:
D-Glukose; Bestimmung mit Hexokinase und Glukose-6-Phosphat-Dehydrogenase. In: BERGMAYER, und GAWEHN: Methoden der enzymatischen Analyse, S. 1241 - 1244 (Verlag Chemie, Weinheim / Bergstraße 1974).
5. BICKEL, H., BÜNTE, H., COATS, D. A., MISCH, P., VON RAUFERER, L., und SCRANOWITZ, P.:
Die Verwertung parenteral verabreichter Kohlenhydrate in der postoperativen Phase.
Dtsch. med. Wschr. 98: 809 (1973).
6. BODE, J. H., BONNET, M., BODE, C., DÜRR, H. K.:
Stoffwechsel von Maltose nach intravenöser Zufuhr bei Diabetikern und Stoffwechselgesunden.
Verh. Dtsch. Ges. inn. Med. 82: 915 - 918 (1976).
7. DEUTSCH, E., GEYER, G.:
Laboratoriumsdiagnostik. (A. Steinkopf Verlag, Berlin 1969).
8. DIERKES, L., BÜSING, G., und REINAUER, H.:
Untersuchung zum Abbau von reduzierten Oligosacchariden beim Menschen und bei der Ratte.
Z. Ernährungswiss. 12: 209 - 216 (1973).
9. FINKE, C., REINAUER, H.:
Über den Abbau von infundierter Maltose beim Menschen.
Z. Ernährungswiss. 15: 231 - 245 (1976).

10. FÖRSTER, H.:
Ist Maltose für die parenterale Ernährung beim Menschen geeignet?
Dtsch. med. Wschr. 101: 939 - 941 (1976).
11. FÖRSTER, H., and HOOS, J.:
The suitability of maltose for parenteral nutrition.
Europ. Intensive Care Medicine 1: 141 - 144 (1975).
12. FÖRSTER, H., und HOOS, J.:
Tierexperimentelle Untersuchungen zur parenteralen Verwertung von Maltose.
Z. Ernährungswiss. 15: 270 - 283 (1976).
13. FÖRSTER, H., HOOS, J., BOECKER, S.:
Versuche mit Probanden zur parenteralen Verwertung von Maltose.
Z. Ernährungswiss. 15: 284 - 293 (1976).
14. FÖRSTER, H., HOOS, J., BOECKER, S., und MICHEL, B.:
Sind Maltoseinfusionen für die Infusionstherapie geeignet?
Infusionstherapie 2: 385 - 392 (1975).
15. FÖRSTER, H., und MEHNERT, H.:
Kohlenhydratstoffwechsel. Aus: SIEGENTHALER: Klinische Pathophysiologie, S. 34 - 93 (Thieme, Stuttgart 1973).
16. FROESCH, E. R., and KELLER, U.:
Review of energy metabolism with particular reference to the metabolism of glucose, fructose, sorbitol and xylitol and of their therapeutic use in parenteral nutrition. In: WILKINSON: parenteral nutrition, p. 105 (Churchill, Livingstone, Edinburgh 1972).
17. GUTMANN, I.:
Maltose. In: BERGMAYER und GAWEHN: Methoden der enzymatischen Analyse S. 1230 - 1233 (Verlag Chemie, Weinheim/Bergstraße 1974).
18. HASLBECK, M., BACHMANN, W., und MEHNERT, H.:
Untersuchung zur Wirkung parenteral verabreichter Maltose bei stoffwechselgesunden Personen und Diabetikern.
Klin. Wschr. 54: 539 - 542 (1976).
19. HEUCKENKAMP, P.-U.:
Vergleichende Untersuchungen über die Verwertung parenteral

zugeführter Kohlenhydrate während mehrstündiger Infusion beim Menschen.

Med. Mitt. (Melsungen) Band 48, Suppl. I: 149 - 160 (1973).

20. HEUCKENKAMP, P.-U., und ZÖLLNER, N.:
Über das Verhalten von Galaktose, Glukose, Insulin und der freien Fettsäuren im Plasma sowie der renalen Ausscheidung von Galaktose und Glukose während mehrstündiger Galaktoseinfusionen beim Menschen.
Z. ges. exp. Med. 153: 136 (1970).
21. HEUCKENKAMP, P.-U., ZÖLLNER, N.:
Xylitbilanz während mehrstündiger Infusionen mit konstanten Zufuhrdaten bei gesunden Menschen.
Klin. Wschr. 50: 1063 - 1065 (1972).
22. HEUCKENKAMP, P.-U., and ZÖLLNER, N.:
Quantitative comparison and evaluation of utilization of parenteral administered carbohydrates.
Nutr. Metabol. 18 (Suppl. 1): 209 - 226 (1975).
23. KOSAKA, K.:
Stimulation of insulin secretion by xylitol administrations.
In: HORECKER, LANG and TAGAKI: Pentoses and pentitoles p. 212 (Springer, Berlin 1969).
24. MARSHALL, M., SPRANDEL, U., SCHMIDT, G., ZÖLLNER, N.:
Verhalten von Blutglukose und Insulin unter protrahierten, oralen Glukosegaben.
Verh. Dtsch. Ges. inn. Med. 77: 630 - 634 (1971).
25. MÜLLER, F., STRACK, E., KUHFÄHL, E., DETTMER, D.:
Der Stoffwechsel von Xylit bei normalen und alloxandiatetischen Kaninchen.
Z. ges. exp. Med. 142: 338 - 350 (1967).
26. PRINCIPI, N., REALI, E., RIVOLTA, A.:
Sorbitol in total parenteral nutrition in pediatric patients.
Helv. paediat. Acta 28: 621 (1962).
27. SPRANDEL, U., HEUCKENKAMP, P.-U., ZÖLLNER, N.:
Utilization of intravenous maltose.
Nutr. Metabol. 19: 96 - 102 (1975).
28. SPRANDEL, U., HEUCKENKAMP, P.-U., ZÖLLNER, N.:
Evaluation of maltose as intravenous nutrient in man.

- Nutr. Metabol. 20: 196 - 197 (1976).
29. SPRANDEL, U., HEUCKENKAMP, P.-U., ZÖLLNER, N.:
Verwertung parenteral zugeführter Maltose.
Verh. Dtsch. Ges. inn. Med. 82: 877 - 879 (1976).
30. SPRANDEL, U., HEUCKENKAMP, P.-U., ZÖLLNER, N.:
Untersuchungen zur Bilanz während intravenöser Zufuhr von
Maltoselösungen bei stoffwechselgesunden Menschen. In:
WEINHEIMER, HEUCKENKAMP und ECKART: Grundlagen und neue
Aspekte der parenteralen und Sondenernährung (Thieme, Stuttgart 1978).
31. SPRANDEL, U., WOLFRAM, G., SCHOLZ, R.:
Metabolism of maltose in perfused rat liver and isolated
hepatocytes.
Res. exp. Med. 168: 157 - 163 (1976).
32. SPRANDEL, U., WOLFRAM, G., SCHOLZ, R.:
Stoffwechsel der Maltose in der isoliert perfundierten Rattenleber.
Ernähr. Umschau 23: 175 (1976).
33. STONER, H. B., HEATH, D. F.:
The effect on carbohydrate metabolism.
Brit. J. Anaesth. 45: 244 (1973).
34. TANAKA, S., HONJO, S., JOKOHAMA, M., IKEDA, K., YAMAMURA, H.:
Infusion of maltose during surgical operation under general anaesthesia.
Jap. J. Anaesth. 22: 21 - 26 (1973).
35. THOMAS, D. W., GILLGAN, J. E., EDWARDS, J. B., EDWARDS, R. G.:
Lactic acidosis and osmotic diuresis from xylitol infusion.
Med. J. Austr. 1: 1246 (1972).
36. WESER, E., SLEISENGER, M. H.:
Metabolism of circulating disaccharides in man and rat.
J. clin. Invest. 46: 499 - 505 (1967).
37. WRETLIND, A.:
Evaluation of carbohydrates in parenteral nutrition.
Nutr. Metabol. 18 (Suppl. 1): 242 - 255 (1975).

38. YOSHITAKE, J., YOSHIDA, Y., ADACHI, H., YAMASAKI, H.,
TADA, T.:
The effects of maltose infusion on various blood constituents, metabolites and kidney functions in normal volunteers, non-diabetic and diabetic patients.
Jap. J. Anaesth. 22: 320 - 330 (1973).
39. YOUNG, E. A., WESER, E.:
The metabolism of maltose after intravenous injection in normal and diabetic subjects.
J. clin. Endocr. Metabol. 38: 181 - 188 (1974).
40. YOUNG, J. M., WESER, E.:
Effect of insulin on the metabolism of circulating maltose.
Endocrinology 86: 426 - 429 (1970).
41. YOUNG, J. M., WESER, E.:
The metabolism of circulating maltose in man.
J. clin. Invest. 50: 986 - 991 (1971).
42. ZÖLLNER, N., HEUCKENKAMP, P.-U., NECHWATAL, W.:
Über die Verwertung und renale Ausscheidung von Fruktose während ihrer langdauernden intravenösen Zufuhr.
Klin. Wschr. 46: 1300 - 1308 (1968).
43. ZÖLLNER, N., HEUCKENKAMP, P.-U.:
Vergleichende Untersuchungen über Plasmaspiegel, Ausscheidung und Verwertung von Glukose während mehrstündiger, intravenöser Zufuhr bei Stoffwechselgesunden und Patienten mit asymptomatischem Diabetes.
Z. ges. exp. Med. 153: 112 - 130 (1970).
44. KLEINZELLER, A., KOLINSKA, J., BENES, J.:
Transport of glucose and galactose in kidney-cortex cells.
Biochem. J. 104: 843 - 851 (1967).

L E B E N S L A U F

Am 10. Mai 1949 wurde ich, Werner Schedlbauer, als Sohn von Hans Schedlbauer und dessen Ehefrau Elfriede, geborene Kaufmann in Buchloe geboren.

In den Jahren 1955 - 1959 besuchte ich die Volksschule Elias Holl in Augsburg, wechselte dann in die Volksschule Bergisch-Gladbach bis 1960. Anschließend trat ich in das Naturwissenschaftliche Gymnasium Köln-Mülheim ein und wechselte im Jahr 1962 an das Gymnasium Starnberg, an dem ich 1969 das Abitur ablegte.

Nach zweijähriger Bundeswehrzeit nahm ich im Sommersemester 1972 an der Universität München das Studium der Humanmedizin auf. Im Herbst 1978 bestand ich das medizinische Staatsexamen an der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Seit Januar 1979 bin ich als Assistent auf der anästhesiologischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses Rosenheim beschäftigt.

Am 17.09.71 verheiratete ich mich mit Fräulein Katharina Widmann.

